ANNO XV – VOL. XXX – N. 1. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 LUGLIO 1926.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) Dollari 4½. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"

ROMA (20) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL « COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI »
ROMA (20) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 21-18

Anno XV - Vol. XXX

Secondo Semestre 1926

ROMA

GRAFIA - SOC. AN. ITALIANA INDUSTRIE GRAFICHE
Via Ennio Quirino Visconti, 18-A

1926

INDICE DEL XXX VOLUME

Anno 1926

Secondo Semestre

INDICE ANALITICO DELLE MATERIE

Ordinamenti, riforme delle aziende ferroviarie.
Provvedimenti legislativi – Regolamenti.
Relazioni ufficiali – Tariffe.

Dati storico-statistici
e risultati d'esercizio di reti ferroviarie.

Studi e costruzioni di nuove linee ferroviarie, tranviarie e funicolari.

Esercizio ferroviario – Accidenti e sinistri

Armamento delle linee ferroviarie, opere d'arte e lavori.

Costruzioni, modifiche e riparazioni del materiale rotabile – Veicoli e trazione a vapore.

Trazione elettrica.

Esperimenti, impianti e problemi relativi all'esercizio ferroviario e alla tecnica ferroviaria in genere.

Bibliografia

INDICE DELLE TAVOLE FUORI TESTO

Anno XV. - Vol. XXX. 15 luglio 1926 - N. 1

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista" da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Costruzione di impalcature di cemento armato in sostituzione delle travate metalliche, Musone-Potenza-Chienti e Tenna sulla linea Ancona-Castellammare A.

(Redatto dall'Ing. ERNESTO RIPANTI per incarico del Servizio Lavori delle Ferrovie dello Stato)

(V. Tavole I a IV fuori testo)

La linea ferroviaria Rimini-Castellammare A., svolgendosi lungo il litorale Adriatico, attraversa numerosi corsi d'acqua che scendono dal vicino Appennino.

Tra i più importanti di essi, a sud di Ancona, si notano i fiumi Musone presso Loreto, Potenza presso Porto Recanati, Chienti presso Portocivitanova e Tenna presso Porto S. Giorgio.

Le loro caratteristiche sono pressochè identiche; hanno un regime torrentizio con piene violente che scavano profondi gorghi, specialmente se concomitanti con le alte maree e con le risacche dell'Adriatico.

I letti di detti fiumi sono ripidi e incassati nelle gole dell'Appennino e nelle valli delle colline; in prossimità del mare bruscamente si allargano e diminuiscono di pendenza.

Nel fondo mobile il filone si sposta ad ogni successiva piena, minacciando talvolta gli argini contenitori e i piedritti dei ponti ferroviari, che occorre presidiare con scogliere.

All'impianto della linea, nell'anno 1863, sui suddetti corsi d'acqua furono costruiti dei ponti a travata metallica continua, a passaggio inferiore per semplice binario.

Le travate avevano tutte le membrature con sezione a doppio T composta ed anima a parete piena, gli appoggi a piastre piane di ghisa con punto fisso su una pila intermedia e apparecchi scorrevoli sugli altri appoggi.

Il ponte sul Musone aveva tre campate, di cui le laterali di metri 21,10 e la centrale di m. 25,30.

Il ponte sul Potenza era pure a tre campate di cui le laterali di m. 21,35 e la centrale di m. 25,25.

Il ponte sul Chienti aveva sette campate, di cui le estreme di m. 20,50 e le intermedie di m. 24,35.

Il ponte sul Tenna aveva cinque campate oblique di 7 gradi, delle quali le estreme di m. 18 e le intermedie di m. 21,25.

Le spalle e le pile furono costruite in muratura di pietrame e mattoni e malta di calce e pozzolana.

Le fondazioni estese per il doppio binario vennero spinte con mezzi ordinari a circa metri 2,50 di profondità, costipate con palificate di legno e protette da casseri e scogliere.

Queste difese non si mostrarono però efficaci per i piedritti del ponte sul Potenza, ove nel 1899 fu dovuta costruire una platea ad arco rovescio interessante il solo binario in esercizio e una briglia a valle di calcestruzzo di pozzolana rivestito con pietra squadrata.

Fin dal 1893 fu riconosciuta, con appositi calcoli, la insufficiente resistenza delle varie membrature delle anzidette travate metalliche, e specialmente delle travi trasversali per le quali si raggiungeva uno sforzo di kg. 16 al m/m².

Le travi principali, pur nella loro insufficienza, si trovavano in migliori condizioni.

Furono eseguiti alcuni lavori di rafforzamento; ma le deficienze in parte restarono e andarono anzi aggravandosi col successivo aumento del peso del materiale circolante e col naturale deperimento delle travate, favorito dalla vicinanza del mare, tanto che fu necessario vietare il transito di parecchi gruppi di locomotive.

* * *

Si sentì quindi il bisogno di togliere una limitazione grave all'esercizio ferroviario su una arteria tanto importante e si venne nella determinazione di sostituire le quattro travate.

Per tale sostituzione si prescelse la struttura di cemento armato, già adottata con buon risultato nel ponte sullo scaricatore del Marecchia presso Rimini (1), utilizzando le vecchie pile e spalle prolungate sulle fondazioni già predisposte per la sede del secondo binario, e costruendo tra esse delle stilate di cemento armato della grossezza di cm. 50, che avrebbero prodotto un rigurgito quasi insignificante. Su tali piedritti sarebbero state gettate impalcature di cemento armato a travi continue incastrate sulle stilate e appoggiate sulle vicine pile o spalle.

Le stilate sarebbero state fondate su pali di cemento armato spinti a quota inferiore ai gorghi prodotti dalle piene.

Ne risultava che i pali, le pile intermedie e l'impalcatura di ciascuna campata erano collegate tra loro.

Il lavoro fu affidato alla Società Costruzioni e Fondazioni di Milano con cui furono stipulati quattro contratti per le prime metà a valle dei ponti e quattro successive appendici per le rispettive seconde metà.

Nei contratti era prevista la revisione periodica dei prezzi che fu richiesta ed applicata durante la esecuzione dei ponti, stante la instabilità del costo della mano d'opera e dei materiali.

Fu impiegato il cemento fornito dagli Stabilimenti di Bergamo e, per una parte dei pali, cemento speciale della Ditta Montandon & C. di Ponte Chiasso.

I risultati delle prove eseguite dall'Istituto Sperimentale sul cemento, sul ferro e sui calcestruzzi, ripetuti per ogni impalcatura di ciascun ponte, furono soddisfacenti, superando essi i coefficienti stabiliti.

* * *

Speciale cura fu portata nell'infissione dei pali per evitare eventuali cedimenti dell'appoggio delle impalcature, cedimenti che, anche piccoli, avrebbero modificate le previsioni dei calcoli.

Si impiegarono generalmente pali da m. 11 di lunghezza, di sezione pentagonale con apotema di c/m. 19.

(1) Vedi questa rivista, ottobre 1915, pag. 123.

L'armatura era costituita da 5 ferri del diametro di 24 millimetri e da legature perimetrali e a stella alternate distanti c/m. 20 nella parte centrale e c/m. 10 nelle parti estreme. Risultarono impiegati kg. 22 circa di ferro per ogni metro di palo; la puntazza era d'acciaio fuso.

Si adoperò un battipalo a vapore con maglio da 4 tonnellate. L'altezza di caduta del maglio raggiunse un massimo di m. 1,25 e veniva ridotta col diminuire del rifiuto.

La portata dei pali fu stabilita con la formola del Bricks, in base alla quale si compilò l'abaco riportato nella tavola II che riuscì utile agli addetti al lavoro.

Per ogni pila si previdero 11 e 12 pali a seconda della luce della impalcatura e per ogni palo si richiedeva una portata di tonn. 38.

Le previsioni furono realizzate durante il lavoro; si aumentò il numero dei pali in qualche stilata in sostituzione di altri che non raggiunsero, per la presenza di massi, la quota stabilita.

Il comportamento dei pali all'infissione fu soddisfacente, alcuni di essi subirono fino a 5300 colpi senza lesionarsi.

Gli altri particolari di costruzione, analoghi per i quattro ponti, risultano dalle tavole I a IV, concernenti la impalcatura del ponte sul Chienti.

Il calcolo della impalcatura fu eseguito considerandola come una trave continua incastrata sulla stilata e appoggiata sulle pile di muratura, su cui fu lasciato il giunto di dilatazione.

Il calcestruzzo aveva una dosatura di 500 kg. di cemento per mc. 0,500 di sabbia e mc. 0,800 di ghiaia; la sabbia e la ghiaia furono prelevate in massima parte dal greto stesso dei fiumi; la testa e la punta dei pali per una lunghezza di 1 metro furono formati con maggior tenore di cemento (700 kg.).

Il procedimento di costruzione fu identico per i quattro manufatti.

Si costruì prima la metà a valle di ciascuno; poscia, demolita la travata metallica, si costruì la seconda metà a monte.

Ponte sul fiume Tenna. — I lavori si iniziarono con la costruzione della metà a valle del ponte a cinque campate sul Tenna, il quale, con la adozione delle suddette impalcature di cemento armato continue a tre appoggi, fu trasformato in un ponte a dieci luci (v. fig. 1), la cui ampiezza risultò di m. 8,75 per le prime due ad entrambe le estremità del manufatto, e di m. 10,37 per le sei intermedie.

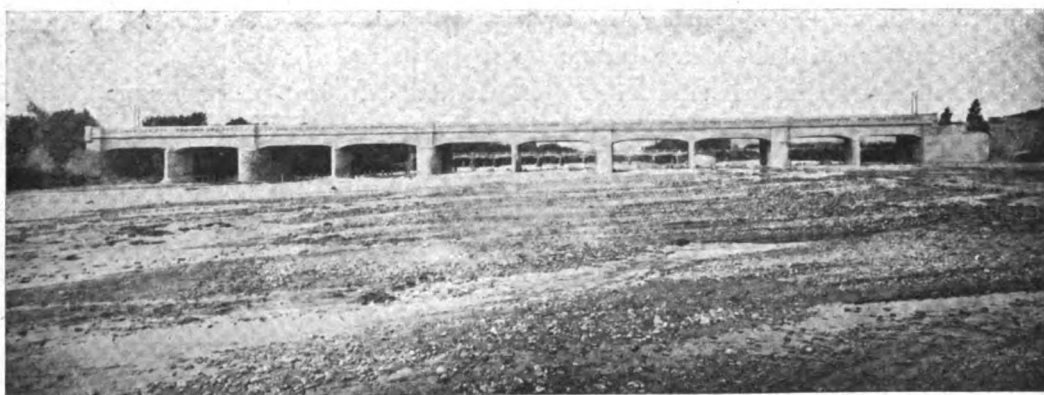



Fig. 1. — Ponte sul Tenna.

Nelle fondazioni delle stilate si impiegarono pali da m. 11 che furono infissi oltre il rifiuto stabilito allo scopo di raggiungere una quota di fondazione più bassa.

I lavori si svolsero dal 26 luglio 1920 al 15 ottobre 1921.

Portato l'esercizio sul nuovo ponte e demolita la travata, si costruì la seconda metà dal 20 novembre 1922 al 23 maggio 1923.

Durante la costruzione non si verificarono incidenti se si eccettuano parecchie piene che danneggiarono leggermente alcune opere provvisionali.

PONTE SUL FIUME CHIENTI. — Mentre era in corso la costruzione della prima metà del precedente ponte, furono iniziati gli analoghi lavori del ponte sul Chienti, importante per la sua lunghezza di m. 177,75, i quali si svolsero dal 6 dicembre 1920 al 28 febbraio 1922.

Fig. 2. — Ponte sul Chienti.

Le sette campate del ponte originario furono con la nuova costruzione suddivise in quattordici luci (v. fig. 2), quattro laterali dell'ampiezza di m. 10, e le dieci intermedie dell'ampiezza di m. 11,92.

Per le fondazioni delle stilate furono impiegati pali da m. 11.

La seconda metà fu costruita dal 25 aprile 1923 al 17 dicembre 1923, dopo la demolizione della travata.

PONTE SUL FIUME POTENZA. — La superficie inferiore delle impalcature di cemento, volendo mantenere la quota del binario, sarebbe venuta a trovarsi a m. 1 circa sotto la travata. Per mantenere invariata la sezione libera del ponte, già deficiente, ed evitare così eventuali rigurgiti, fu ritenuto opportuno di alzare la livelletta di m. 1,10.

Il ponte risultò costituito di sei luci (v. fig. 3), le due centrali della larghezza di m. 12,37 e le rimanenti della larghezza di m. 10,42.

Alla quota (— 6,50) circa i pali di fondazione incontrarono uno strato di sabbia finissima della potenza di circa 50 cm., su cui dettero un rifiuto assoluto.

I primi, sotto l'azione di colpi a piccola caduta del maglio, riuscirono ad attraversare la sabbia, ma i successivi, trovando già il terreno costipato, si sgretolarono sulla parte superiore.

Per questi pali non si insistette nella infissione, tanto più che riuscì inefficace, per la compattezza del terreno, anche il sussidio di un getto d'acqua a pressione.

Fig. 3. — Ponte sul Potenza.

Per la seconda metà a monte però si modificarono le dimensioni dei pali, riducendone la lunghezza a m. 9 e portando l'apotema del pentagono di sezione da cm. 19 a cm. 21.

Ciò permise una più energica battitura con volate alte fino a metri 1,25 e si riuscì ad attraversare la sabbia fino alla totale infissione dei pali.

La rottura della platea per il passaggio dei pali in corrispondenza della travata metallica demolita si ottenne con mezzi ordinari.

Era previsto il prolungamento della platea per la nuova parte a valle del ponte fondata alla quota (— 2,70) e la costruzione di una seconda briglia alla quota (— 4,00) della stessa struttura di quella esistente.

Il costo dei materiali e sopratutto degli esaurimenti d'acqua negli scavi, data la natura ghiaiosa del greto e la notevole portata del fiume, consigliarono di limitare la difesa alle fondazioni delle pile in muratura in corrispondenza del nuovo binario, a valle della platea esistente.

La difesa fu fatta con pali quadrati di cm. 20 di lato di cemento armato e lunghi m. 6, infissi a contatto in modo da formare una palizzata continua, distante circa 2 metri dalle pile per evitare gli scogli già esistenti e per non turbare l'equilibrio delle vecchie fondazioni.

Il lavoro non presentò difficoltà e importò una spesa molto inferiore a quella prevista.

La prima metà del ponte fu eseguita dal 21 marzo 1921 al 28 novembre 1922; la seconda dal 16 giugno 1924 al 6 marzo 1925.

PONTE SUL FIUME MUSONE. — Questo ponte si trova distante circa 4 km. dal mare e pertanto il terreno di fondazione è notevolmente differente da quello incontrato negli altri ponti. Esso è costituito da depositi alluvionali di argille sabbiose che offrirono scarsa resistenza alla infissione dei pali.

I pali da m. 11, totalmente infissi, dettero un alto rifiuto, che riduceva la portata del palo molto al di sotto di quella richiesta.

Da assaggi praticati si ottenne il rifiuto necessario a 14 metri di profondità.

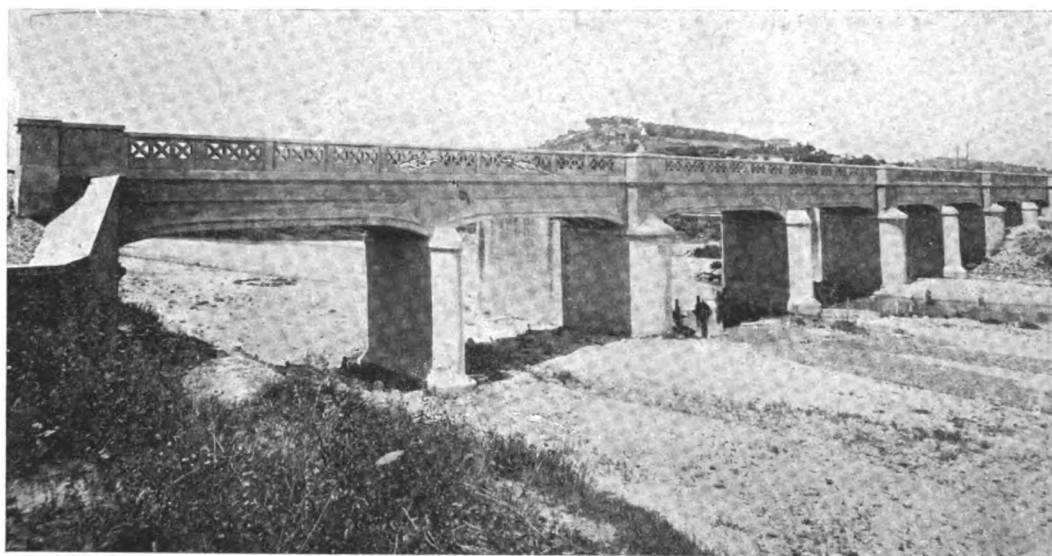



Fig. 4. — Ponte sul Musone.

Poichè i pali da m. 11 erano ormai predisposti e per non spingere la fondazione dello zatterone di collegamento a forte profondità, essi vennero prolungati di m. 3.

I pali furono perciò demoliti per la lunghezza di 1 metro e le armature così scoperte furono collegate con quelle del prolungamento.

Nel calcestruzzo si adoperò del cemento speciale di Ponte Chiasso che permise anche dopo soli 15 giorni la battitura dei pali.

I campioni degli impasti prelevati e inviati alle prove presso l'Istituto Sperimentale dettero una resistenza allo schiacciamento di kg. 269 per cm^2. dopo sette giorni e di kg. 362 dopo 28 giorni di stagionatura.

Anche per questo ponte fu dovuta mantenere invariata la sezione libera lasciata dalla travata, e ciò si ottenne con l'aumento di una campata di metri 21,10 riducendo a pila la spalla verso Ancona e costruendone una nuova.

Anche la seconda metà del ponte non presentò difficoltà di esecuzione.

Con l'accennato ampliamento il ponte risultò costituito di otto campate (v. fig. 4), sei dell'ampiezza di m. 10,30 e le rimanenti due dell'ampiezza di m. 12,40. Le nuove im-

palcature furono compiute in due periodi dal 23 maggio 1921 al 3 dicembre 1922 e dal 1° settembre 1923 al 5 marzo 1924.

* * *

Nel prospetto seguente sono riportati i principali dati relativi alla costruzione dei quattro ponti:

PONTE	Lunghezza complessiva	Durata della costruzione giorni	Metri di pali infissi per la fondazione delle stilate interm.	Numero complessivo di colpi di maglio dati ai pali	Numero di colpi di maglio per ogni m. di palo infisso	Quota media raggiunta dai pali riferita al greto	Volume di calcestruzzo impiegato	Peso del ferro impiegato complessivamente esclusi i pali	Quantità di ferro per ogni m³ di calcestruzzo	Costo medio dei pali e della loro infissione per ogni stilata	Costo del lavoro	Costo per ml. comprese le fondazioni a semplice binario	Costo per ml. comprese le fondazioni a doppio binario
Musone													
1ª metà	97,35	565	715,35	67,721	91	14,25	463,315	91907,327	198	36425,45	591966.15	6100	10400—
2ª metà		187	734,66	73,481	100	14.65	465,520	93756420	202	43454,40	418520,38	4300	
Potenza													
1ª metà	75,95	618	202,20	84,283	417	8,05	366,237	61409,172	168	17745,00	642419.61	8150	13750—
2ª metà		264	185,98	33,850	181	9,10	395,230	63820,200	162	23102,00	398500,00	5300	
Chienti													
1ª metà	177,75	450	1038,80	107,768	103	12,33	830.117	170431,309	205	21281,44	1012160,19	5630	10010—
2ª metà		237	849,51	130,657	154	11,98	815.700	168148.600	208	21888,40	775420,50	4380	
Tenna													
1ª metà	111,75	447	615.24	92.056	150	10.97	542,308	91918,858	167	20048.08	744342,42	6910	11480—
2ª metà		185	492.60	112,838	225	10,65	546,111	90492,816	164	21324,80	507765.90	4570	
Totali	462,80	369	4834,31	702,657	178	11,50	4424,539	831887,702	184	25662,00	5091095,00	5705	11410—

Di ogni metà di ponte furono fatte le prove statiche e dinamiche prima di aprirla all'esercizio.

I risultati furono soddisfacenti, non avendo i cedimenti mai raggiunto 1 mm. e il comportamento delle impalcature già da tempo in esercizio conferma tali risultati.

* * *

A titolo di conclusione si ritiene opportuno di accennare che il tipo di ponte a stilate sottili e impalcature piane di cemento armato fu adottato per i suddetti ponti, perchè parve che le condizioni dei luoghi consigliassero una tale soluzione.

Infatti per la vicinanza del mare non si ritenne opportuno ricorrere un'altra volta alla costruzione di grandi travate metalliche. Nè vi era la possibilità di costruire grandi arcate in muratura, data la piccola altezza della ferrovia sul livello delle massime piene dei fiumi.

Era quindi necessario di eseguire ponti a luci relativamente piccole e siccome gli attraversamenti si facevano in tratti di fiume contigui alle foci, dove scarso è l'affidamento che si può avere sulla stabilità degli alvei durante le grandi piene, era pur necessario spingere a grandi profondità le fondazioni degli appoggi.

Ora il sistema adottato, di costituire tali fondazioni a mezzo di robusti pali di cemento armato profondamente infissi, ha consentito di raggiungere tale intento con semplicità di mezzi e con spesa relativamente mite, perchè furono ridotte le difficoltà e le entità degli esaurimenti.

Per questi motivi, tenuto anche conto che il tipo prescelto ha permesso di contenere entro i più stretti limiti l'altezza dei rigurgiti, essendo piccolo l'ingombro delle stilate, e avuto presente che la struttura in cemento armato offre tutti i vantaggi delle ordinarie murature nei riguardi della durata e della economia di manutenzione, si ritiene che il tipo stesso abbia costituito una soluzione semplice, adatta alle condizioni dei luoghi e conveniente anche nei riguardi della spesa.

* * *

Sono uniti a questa memoria i soli disegni del ponte sul Chienti, riprodotti nelle tavole da I a IV: per gli altri ponti, come è dianzi accennato, furono adottate disposizioni in tutto analoghe.

L'importazione dei combustibili in Italia nell'ultimo biennio

	Anno 1924		Anno 1925	
	Quantità in milioni di quintali	Valore in milioni di lire	Quantità in milioni di quintali	Valore in milioni di lire
Carbone fossile	75,6	1.535,1	87,9	1.749,8
Petrolio	1,17	89,2	1,16	97,7
Benzina	1,58	275,6	1,83	327,2
Residui (nafta)	3,33	129,7	3,62	145,5
		2.029,6		2.320,2

A tali quantità bisogna aggiungere il carbone tedesco importato in conto riparazioni che ha raggiunto milioni di quintali 18,9 nel 1924 e 17,23 nel 1925.

Per l'elettrificazione della ferrovia circumvesuviana.

Con R. D. 27 maggio 1926, n. 1063 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 30 giugno c. a., n. 149), è stata approvata e resa esecutoria la convenzione 20 maggio 1926, stipulata fra i Ministeri per i Lavori Pubblici e per la Finanze e la Società anonima per le strade ferrate secondarie meridionali, per l'elettrificazione, con unico sistema, dell'intera ferrovia circumvesuviana (tronchi Napoli-Barra-Ottaiano-Poggiomarino-Sarno e Napoli-Barra-Pompei-Poggiomarino).

Cessione della costruzione della ferrovia Taranto-Martina Franca.

Con R. D. 27 maggio 1926, n. 1005 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 21 giugno c. a., n. 142), ferma rimanendo la concessione dell'esercizio della ferrovia Taranto-Martina Franca in favore della « Società per le ferrovie salentine », già approvata e resa esecutoria con R. D. 23 ottobre 1925, n. 1925 è stata riconosciuta la « Società strade ferrate pugliesi », Anonima con sede in Genova, quale concessionaria della costruzione della ferrovia medesima in luogo della « Società per le ferrovie salentine », alla quale deve ritenersi subentrata in tutti gli obblighi e i diritti inerenti alla concessione della costruzione stessa.

POLITICA GERMANICA DI TARIFFE FERROVIARIE

Dott. SALVATORE MALTESE

Non è fatica sprecata premettere alcune notizie di carattere generale sulla attuale organizzazione ferroviaria germanica. Servirà per orientarsi nel dedalo delle questioni di tariffe.

La Germania conta attualmente reti ferroviarie le quali, tra ferrovie principali, secondarie, a scartamento ridotto e tranvie, raggiungono la bellezza di 71.621 chilometri. Più del 70 % di queste, e cioè in cifra tonda ben 53.000 circa, formano la rete statale che a partire dall'11 ottobre 1924 venne consegnata per l'esercizio alla *Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft*, ossia alla Società germanica delle Ferrovie dello Stato.

Come è noto, questa Società, costituita in virtù della legge 30 agosto 1924 contenente anche lo Statuto della Società stessa, è un organismo *sui generis* sotto l'aspetto politico, giuridico, amministrativo e finanziario. *Politicamente* è il frutto d'una transazione fra la Germania e la Commissione delle Riparazioni; *giuridicamente* è una personalità giuridica basata sul diritto interno germanico, ma con obblighi speciali a carattere internazionale; *amministrativamente* è una società anonima con un Consiglio di amministrazione misto di membri germanici e stranieri, con una Direzione Generale, e col controllo d'un Commissario nominato dai membri stranieri del Consiglio; *finanziariamente* è una azienda da cui un curatore dei creditori della Germania si ripromette di cavare entro 40 anni 11 miliardi di marchi oro, sopraintendendo al servizio delle obbligazioni di riparazione col relativo pagamento di interessi e quote di ammortamento. Un organismo alquanto complicato, come si vede.

Questi brevi cenni schematici bastano a dare una idea sommaria della nuova Società ferroviaria germanica per poter passare all'esame della politica tariffaria connessa con l'attuale regime.

* * *

Il diritto di regolare le tariffe appartiene generalmente allo Stato. Già sin dal 1873, in regime di esercizio privato delle ferrovie situate nei vari Stati germanici, fu creato a Berlino un Ufficio ferroviario di Stato (*Reichs-Eisenbahn-Amt*) a cui era affidato specialmente l'incarico di disciplinare il diritto e la politica delle tariffe.

Passate le ferrovie germaniche allo Stato il 1° aprile 1920, questo ufficio fu sciolto e l'incarico venne assunto dal Ministero delle Comunicazioni (*Reichsverkehrs-Ministerium*) di Berlino.

Lo Stato adempie a questo compito di sovrano regolatore delle tariffe curando anzitutto lo sviluppo della vita economica del paese. Esso, possessore di un'arma potente, se ne serve per seguire una politica tariffaria rispondente agli interessi nazionali, ed ha la possibilità di fissare le tariffe in modo da rinunziare volontariamente ad aumenti di

prodotti, in considerazione che il vantaggio risentito dall'economia generale è ben superiore al vantaggio immediato del bilancio ferroviario.

Lo Stato può anche spingersi tanto in là da non curare se gl'interessi del capitale investito siano al disotto del gettito normale o se certi trasporti vengano eseguiti sotto costo.

Questi principî, a cui in genere si ispirano le amministrazioni ferroviarie di Stato, vengono presso a poco applicati non soltanto in Germania, ma un po' dappertutto.

* * *

In Germania le tariffe ferroviarie dell'anteguerra erano stabilite secondo un sistema che teneva conto del peso e del volume delle merci, del loro valore e, in certi casi, della concorrenza delle merci estere. Quanto al coefficiente della lunghezza del percorso, esse erano generalmente a base chilometrica, per cui il prezzo di trasporto aumentava in proporzione della distanza.

Il ritardo della Germania, in confronto degli altri paesi, ad adottare tariffe differenziali si spiega col fatto che le ferrovie, sino al 1920, erano proprietà dei diversi Stati tedeschi e che alcuni di questi sarebbero stati danneggiati dall'applicazione del criterio della differenzialità.

Siccome però un gran numero di merci, specie le materie prime, non avrebbero potuto sopportare il trasporto a grandi distanze, che sarebbe risultato troppo costoso in relazione al loro valore, il sistema della proporzionalità era temperato da una serie numerosa di tariffe speciali e cioè: tariffe speciali d'interesse generale; tariffe speciali fra determinate stazioni; tariffe di esportazione, importazione e transito; tariffe per i porti fluviali. Le due più importanti erano la tariffa speciale per le materie prime (*Rohstoffausnahmetarif*) e quella per 'l carbone (*Steinkohleausnahmetarif*).

Così a poco a poco, con l'accrescersi di queste tariffe speciali che raggiungevano il numero di trecento circa, il 70 % dei trasporti godeva già di riduzioni eccezionali.

Si comprende che, una volta unificate le reti tedesche (aprile 1920), non si perdette tempo ad introdurre il sistema della differenzialità, che entrò in vigore il 1º dicembre 1920, applicato dapprima alle tariffe per il trasporto di prodotti semilavorati e delle materie prime, esteso in seguito alle merci ricche.

* * *

Il trattato di Versailles segnò per la Germania una gravosa limitazione di sovranità tariffaria. Sono note le clausole degli articoli 321, 322, 323 e 324 (agevolazioni, libertà di trattamento della nazione più favorita ai traffici di transito delle potenze alleate ed associate), 325 (estensione ai porti marittimi delle potenze alleate ed associate di tutte le tariffe di favore accordate sulle Ferrovie germaniche a favore dei porti germanici o di un porto qualunque di un'altra potenza), 326 (obbligatoria partecipazione della Germania a tariffe cumulative per i porti delle potenze alleate ed associate analogamente a quelle attivate in favore dei propri porti o di quelli di un'altra potenza), 365 (clausola della nazione più favorita ed obbligo della Germania di concorrere alla formazione di tariffe dirette internazionali), 366 (imposizione del regime della Convenzione di Berna), 367 (restrizioni alla sovranità tariffaria in materia di tariffe viaggiatori).

I vincoli imposti alla Germania dalle disposizioni citate sopra furono riassunti e ribaditi nell'articolo 378 del medesimo Trattato di Versailles, che fissò un termine di cinque anni a partire dalla ratifica per l'applicazione *senza obbligo di reciprocità,* e nessun termine, scaduti i cinque anni, per l'osservanza da parte germanica delle disposizioni vincolistiche, ma col temperamento della reciprocità, salvo proroga e revisione da parte del Consiglio della Società delle Nazioni.

A questo rigoroso regime vincolistico che avendo diretta ripercussione sui prodotti del traffico imponeva gravi oneri finanziari alle Ferrovie germaniche, queste non si adattarono supinamente, ma reagirono. In un primo tempo esse si servirono dell'inflazione come di un *dumping* per mantenere i prezzi di trasporto sia interni che di transito, come pure quelli da e per i porti, in misura sensibilmente inferiore alla parità aurea e battendo quindi ogni concorrenza per i traffici portuali e di transito; in un secondo tempo, avendo la Germania adottato il marco oro per evitare il caos del fallimento, ormai soddisfatta di avere annullato senza soverchia fatica il proprio debito interno ed estero per circolazione cartacea, le ferrovie germaniche iniziarono una lotta di concorrenza a base di tariffe eccezionali che dovevano provocare, come in effetti provocarono, un coro di proteste per infrazione agli obblighi derivanti dal trattato di pace e per il carattere non solo non amichevole, ma addirittura ostile e contro ogni tradizione insolitamente aspro con cui erano emanate le misure di concorrenza.

Come ha potuto ciò avvenire e in vista del raggiungimento di quali obbiettivi?

* * *

Occorre anzitutto chiarire la situazione creatasi in seno alle ferrovie germaniche a seguito del passaggio d'esercizio dallo Stato alla Società. Abbiamo dato altrove (1) dei cenni storici e fornito alcuni dettagli relativamente alla costituzione di questa Società. Qui interessa richiamare alcuni dati essenziali e precisare le basi giuridiche su cui si fonda l'odierno diritto tariffario germanico per potere esprimere un giudizio sulla politica tariffaria che la Germania attualmente persegue.

Riassumiamo per sommi capi:

Le Ferrovie germaniche furono unificate in data 1º aprile 1920. L'esercizio del Reich durò da questa data sino all'11 ottobre 1924, sino a quando cioè, in esecuzione del piano Dawes, le Ferrovie del Reich furono costituite in pegno speciale per contribuire al pagamento delle riparazioni di guerra e l'esercizio passò nelle mani della Società di cui abbiamo tracciato avanti le caratteristiche principali. Lo Statuto della Società, che è allegato alla legge 30 agosto 1924 della Raccolta ufficiale delle leggi germaniche, contiene anche la prescrizione relativa alla materia delle tariffe. La disposizione principale è contenuta nel paragrafo 33 che fissa i rapporti tra lo Stato e la Società. Lo Stato si riserva, pur diminuita, la sovranità tariffaria godendo del diritto di approvare o respingere ogni modificazione alle tariffe in vigore (salvo il caso di ricorso al Tribunale speciale e all'arbitrato previsti nell'ultimo comma del paragrafo stesso).

Lo statuto sociale contiene inoltre alcune disposizioni relative alla procedura da seguire per l'applicazione del detto paragrafo 33 della legge, specialmente per ciò che riguarda gli organi sociali, ai quali è affidato l'incarico di disciplinare la materia delle

(1) *Rivista delle Comunicazioni ferroviarie*, n. 6, 1925.

tariffe. Degna di menzione è sopratutto la disposizione per la quale le tariffe debbono essere approvate dal Consiglio d'amministrazione (paragrafo 15), nonchè le prescrizioni in forza delle quali il Commissario della Società, funzionario eletto dai consiglieri di amministrazione non germanici per salvaguardare i diritti delle obbligazioni di riparazione, ha in determinati casi il diritto di controllo preventivo in materia tariffaria, intervenendo sia presso il Direttore Generale, sia presso il Consiglio ogni qualvolta ritenga che le misure di tariffa possano danneggiare gl'interessi degli obbligazionisti e della Commissione delle Riparazioni, ed ha finanche il diritto di intimare la sospensione di un provvedimento tariffario se la Compagnia si trova in difetto nella esecuzione dei pagamenti per il servizio delle obbligazioni di riparazione (paragrafi 21-22 e 24).

Tale è la situazione di diritto.

Nel fatto basta gettare uno sguardo sulla carta ferroviaria dell'Europa per avere un'idea sommaria della difficile situazione delle Ferrovie germaniche nella lotta di accaparramento dei traffici.

A prima vista sembra che la Germania per la sua posizione geografica sia in una situazione idealmente favorevole per rispetto ai traffici internazionali, ed in effetti sarebbe proprio così se le condizioni ferroviarie economiche e valutarie del nostro continente non fossero state scompigliate dalla guerra e peggio ancora dal dopoguerra. Posta al centro dell'Europa, indubbiamente si dovrebbero incrociare sulle sue linee le correnti di traffico solo che i trasporti seguissero la via naturale segnata sulla distanza più breve. Ma che cosa è avvenuto in quest'ultimo quinquennio? Il traffico ha percorso gl'itinerari più assurdi dal punto di vista dell'istradamento, sebbene più logici dal punto di vista dell'economia perchè, dato il gioco delle valute, spesso la tassazione per la via più lunga risulta di gran lunga la più conveniente. Abbiamo detto che le Ferrovie germaniche durante l'inflazione eseguirono trasporti in regime di *dumping*. Ma dacchè esse fissarono in marchi oro i prezzi di tariffa (18 novembre 1923) si verificò una rarefazione sempre crescente nel suo traffico, al punto che la *Reichsbahn* dovette correre ai ripari con tutta una serie di riduzioni di prezzi di trasporto. Già sin dal gennaio seguente l'amministrazione concesse diversi ribassi di tariffa e rimise in vigore alcune tariffe speciali, segnatamente le tariffe per i porti di mare (*Seehafenausnahmetarife*) soppresse dopo la guerra. Un'altra riduzione applicò il 1° marzo 1924 alle tariffe normali, alle tariffe speciali per il carbone, alla tariffa per il bestiame ed a quasi tutte le tariffe speciali esistenti. Il 18 settembre dello stesso anno entrarono in vigore altre riduzioni a carattere quasi generale, per cui talune tariffe, come per esempio le tariffe dei porti, vennero a godere di prezzi inferiori a quelli esistenti nell'anteguerra.

Tutte queste misure raggiunsero l'effetto di rialzare il traffico e segnarono l'inizio di quella politica tariffaria di concorrenza che è stata poi continuata con maggior lena e successo dalla Società delle Ferrovie del *Reich*.

* * *

La Società ereditò dall'esercizio statale una situazione tariffaria irta di difficoltà, la quale tuttavia è andata sempre più ingarbugliandosi col progresso del tempo. Enumeriamo: la guerra per l'accaparramento del traffico del territorio della Ruhr, importantissimo centro dell'industria pesante germanica, traffico conteso dai porti olandesi e belgi più vicini, e dai porti tedeschi del nord; la lotta di concorrenza delle linee fran-

cesi correnti parallelamente alle linee germaniche lungo il Reno, resa per la Germania sempre più aspra in conseguenza della progressiva svalutazione del franco francese; l'ostilità delle Ferrovie austriache e svizzere interessate a far girare sulle loro linee il traffico cecoslovacco con la Francia; la lotta di tariffe per l'attrazione ai porti italiani e ai porti del nord del traffico bavarese e boemo d'oltremare.

La Società si è gettata nella battaglia con grande irruenza, assecondata dal Governo germanico, al quale, come si sa, è devoluta l'approvazione per ogni modificazione di tariffa. Le riduzioni sui prezzi di trasporto, concesse specialmente per i traffici d'importazione, esportazione e transito, si sono spinte fino al punto da non assicurare neppure due *Pfennig*-oro per tonnellata-chilometro, che è considerato in Germania come il limite estremo di spesa viva.

Queste riduzioni di tariffa hanno svegliato giustificati allarmi e provocato misure di rappresaglia da parte delle Ferrovie concorrenti. Ma la Società delle Ferrovie germaniche ha tenuto e tiene ancora duro.

In queste contingenze le Ferrovie italiane dello Stato, invece di abbandonarsi a sterili recriminazioni, hanno preferito tentare la via dell'accordo, seguendo in ciò la politica tracciata dal Governo nazionale in occasione della conclusione del trattato di commercio Italo-germanico, e mentre scriviamo si ha motivo fondato di sperare che si giungerà ad una intesa per una equa ripartizione del traffico fra i due paesi. Qui ciò che interessa mettere in evidenza è l'opportunità di rendersi conto delle ragioni che spingono le Ferrovie germaniche all'attuale lotta di tariffe, perchè cercare di comprendere l'avversario è atto di buona guerra, come pure accordare attenuanti e trovare giustificazioni nelle mosse avversarie giova assai meglio che lanciare accuse avventate. Noi siamo persuasi che attenuanti e giustificazioni non si possano onestamente negare alle Ferrovie germaniche, data la situazione che abbiamo illustrata sopra dal punto di vista della concorrenza. Ma v'ha di più. Abbiamo già accennato che le Ferrovie del *Reich* debbono pagare entro 40 anni *undici miliardi di marchi oro* per servizio delle obbligazioni di riparazioni con interessi del 5 % annuali eseguendo annualmente i versamenti fissati nel paragrafo 8 dello statuto. Questi pagamenti raggiungono: per il primo anno *200 milioni di marchi oro*, per il secondo anno 595 milioni, per il terzo 550 e dal quarto anno in poi 660 milioni di marchi oro da prelevarsi sui prodotti netti d'esercizio, e ricorrendo, in caso di bisogno, a tutte le riserve. ***Qualora si manchi a questi pagamenti, lo statuto dà al Commissario poteri che sono di una gravità straordinaria.***

Prescrive infatti il paragrafo 24 che, in caso di difetto di pagamenti, il Commissario potrà dare ordini per abolire le spese che crederà ingiustificate, o per aumentare le tariffe al livello che crederà ragionevole; potrà fare sostituire il Direttore Generale; prendere le misure occorrenti, non esclusa quella di assumere l'esercizio delle ferrovie, di vendere il materiale rotabile o altri beni mobili ed immobili non necessarî per l'esercizio e dare in appalto le ferrovie stesse sia in tutto che in parte, secondo la procedura fissata nel detto paragrafo.

È comprensibile quindi che le Ferrovie del *Reich* si sforzino di accaparrare quanto più è possibile i traffici per aumentare in ogni caso i prodotti e per evitare di incappare nella morsa delle sanzioni per inadempienza degli obblighi che gravano sulla Società. Dal rapporto del Commissario sul primo anno di applicazione del piano degli esperti risulta che la *Reichsbahn* ha già effettuato in data 28 aprile 1925 al credito del-

l'Agente generale dei pagamenti un primo versamento di cento milioni di marchi oro, il 31 luglio stesso anno un secondo versamento per l'importo di 40 milioni, ed infine altri 60 milioni il 31 agosto successivo, completando il versamento dovuto complessivamente in 200 milioni di marchi oro. Dunque nel primo anno la Società ha fatto fronte all'impegno, non solo, ma le condizioni floride del bilancio le hanno permesso di accantonare una eccedenza netta di altri 290 milioni di marchi oro all'incirca.

Per il secondo anno di esercizio la Società delle Ferrovie germaniche deve fare fronte però ad un impegno che costituisce un peso quasi triplo sul suo bilancio meno florido che nel primo anno, e precisamente deve eseguire dei pagamenti per un ammontare di ben 595 milioni in versamenti mensili di 50 milioni a partire dal 1° ottobre 1925 sino al 1° agosto 1926 e di 45 milioni di marchi oro al 1° settembre successivo come rata dell'ultimo mese d'esercizio del secondo anno. Le condizioni della Società non sono felici come nel primo anno, tanto da prevedersi già un *deficit* di circa 300 milioni di marchi oro; i traffici subiscono il contraccolpo della depressione economica che grava sulla Germania, le lotte di concorrenza che la Società sostiene contro ferrovie ed imprese di trasporto ferroviarie, fluviali, marittime ed automobilistiche, così all'interno come all'estero, rappresentano pur sempre una grave dispersione di energia ed una fonte di preoccupazione che può spiegare, se non giustificare, l'accanimento con cui le Ferrovie germaniche conducono la lotta senza misurare i colpi e senza troppi scrupoli, pur di raggiungere il desiderato effetto di accrescere il tonnellaggio trasportato e raggranellare tanto di prodotti del traffico che basti ad allontanare anche per quest'anno l'incubo della inadempienza.

* * *

Per concludere: La politica tariffaria delle Ferrovie germaniche è nettamente orientata verso la lotta di concorrenza e pertanto la situazione tariffaria medio-europea è assai precaria e gravida di pericoli. Ora la guerra è uno stato di anormalità e come tale non può prolungarsi indefinitamente, ma dovrà bene sboccare in accordi che nel campo dei traffici internazionali assicurino a tutte le ferrovie interessate una equa porzione di traffico in relazione ai bisogni e alla potenzialità di ognuna. Soltanto gli accordi potranno permettere che le tariffe vengano rialzate sul livello della spesa viva tanto da garantire un ragionevole margine di prodotto, ed anche la Società delle Ferrovie germaniche, per via di tali accordi, potrà assicurarsi, in una atmosfera di ordinato sviluppo di traffico, i mezzi per far fronte alle sue obbligazioni curando in pari tempo gl'interessi economici del paese in conformità al § 2 della legge di costituzione 30 agosto 1924.

La ferrovia elettrica Piacenza-Bettola.

Con R. D. 13 giugno 1926, n. 1117 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 5 luglio c. a., n. 153), è stata approvata e resa esecutoria la convenzione stipulata il 4 giugno 1926 fra i Ministeri dei Lavori Pubblici e delle Finanze e la Società Italiana di Ferrovie e Tranvie, con sede a Piacenza, per la concessione della costruzione e dell'esercizio della ferrovia a trazione elettrica ed a sezione normale da Piacenza a Bettola.

La prima applicazione del Dirigente Unico sulle Ferrovie dello Stato

Ing. B. NOBILI

Il giorno 28 del giugno 1926 è stato attivato, sulla linea Fabriano-Urbino, il sistema di esercizio a Dirigente Unico.

Si tratta di una linea della lunghezza di km. 80 che, staccandosi a Fabriano dalla Roma-Ancona, termina nella stazione capolinea di Urbino.

L'impianto è costituito da un circuito telefonico selettivo, che collega 16 stazioni e fermate ed 11 passaggi a livello.

Venne utilizzato per il circuito telefonico il preesistente circuito telegrafico. Il servizio telegrafico rimane naturalmente soppresso.

L'Ufficio del Dirigente Unico è collocato nella stazione di Fabriano in locale apposito, staccato da quelli adibiti normalmente ai servizi di stazione.

Gli apparecchi impiantati sono quelli della Western Electric Company.

Si omette la descrizione degli apparecchi stessi, per cui si richiama la memoria il *Dispatching System*, pubblicata nel 1925 dalla Commissione che, per incarico del signor Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato, studiò l'applicazione del sistema di dirigenza centrale presso le principali reti ferroviarie di Europa.

Alla stessa memoria si fa riferimento per quanto riflette le varie estrinsecazioni del sistema con le loro speciali caratteristiche (1).

Si pubblicano di seguito le « Disposizioni per il servizio con Dirigente Unico sulla linea Fabriano-Urbino », le quali, essendo studiate con intenti di carattere generale, costituiranno la base per lo sviluppo del sistema su altre linee a scarso traffico, alle quali è da ritenere che verrà presto esteso.

Le disposizioni stesse sono state integrate da norme particolari per l'esercizio con Dirigente Unico, che sono state emanate dal Servizio Movimento e Traffico di Roma e dalla Sezione Movimento e Traffico di Ancona e che contengono tutti i particolari e le formalità che devono essere osservati dalle varie categorie di personale (dirigenti, personale viaggiante dei treni e di macchina, assuntori, ecc.).

L'orario grafico della Fabriano-Urbino per il Dirigente Unico è completato dal profilo della linea e dallo schema dei piazzali delle singole stazioni e fermate, il che deve facilitare al Dirigente la effettuazione delle manovre e degli incroci che a lui esclusivamente rimangono affidati, tranne che per le Stazioni di Fermignano e di Urbino tutt'ora rette da agenti abilitati al movimento.

* * *

In occasione di questa prima attuazione credo opportuno di riassumere e mettere in rilievo alcuni concetti fondamentali, particolarmente applicabili alla nostra rete.

---

(1) Vedi *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, 15 dicembre 1925: « Per un esperimento di dirigenza centrale in Italia ».

Quando la Commissione sopra accennata visitò gli impianti di dirigenza centrale, sviluppati con intensità e perfezione particolarmente nel Belgio, si trovò di fronte esclusivamente ad un tipo di dirigenza centrale applicata a linee di traffico intenso, la quale aveva piuttosto una funzione informatrice e regolatrice, anzichè di dirigenza vera e propria.

Già allora perciò, considerando le peculiari condizioni della Rete Italiana, si era venuti nella convinzione che, scarseggiando da noi o mancando affatto le linee a traffico intensissimo e a capacità satura o prossima alla saturazione o tali in ogni modo che da soli perfezionamenti di movimento potessero ripromettersi un sensibile elevamento del limite di saturazione, ed abbondando invece le linee a traffico limitato, da potersi esercitare con mezzi più semplici e più economici di quelli in uso nella grande Rete, avrebbe trovato terreno propizio di applicazione il sistema che concentrasse nei dirigenti centrali il servizio effettivo di movimento, sopprimendo i dirigenti stazionali scaglionati lungo la linea.

Questo concetto trovò conferma ed ulteriore illustrazione nel Congresso di Londra del Juglio 1925 (1).

Già nella sua relazione, proponendo una serie di esperimenti, la Commissione considerava appunto il caso del Dirigente Unico sopra una linea a scarso traffico, oltre quelli di dirigente centrale sopra linee a traffico intenso, a semplice e a doppio binario, e quello di dirigenza di un grande parco di smistamento.

Non senza ragione l'esperimento del « Dirigente Unico » è stato il primo attuato, appunto perchè da esso sono da ripromettersi per la nostra rete i migliori risultati tecnici ed economici.

L'applicazione sulla Fabriano-Urbino, sia per l'impianto sotto ogni riguardo perfetto, sia per il rigore con cui venne attuato il concetto integrale della dirigenza unica, rappresenta quanto di più organico sia stato su questo argomento attuato finora in Europa.

Col giorno 28 giugno tutti i posti di movimento della linea (tranne Fermignano e Urbino) hanno cessato di funzionare ed il Dirigente Unico ha assunto in pieno la dirigenza della circolazione dei treni, dei servizi di manovra, della ripartizione del materiale, ecc.

Si è voluto conferire al Dirigente anche la facoltà della anticipazione dei treni merci sull'orario normale, non tanto per i vantaggi, certamente molto limitati, che si potranno conseguire nel caso specifico della linea in esame, quanto per porre praticamente un problema che in altri campi si imporrà e che deve essere risolto.

Avendo collegato col Dirigente Unico tutti i passaggi a livello, appunto per poter loro preannunciare le marcie dei treni ad orario anticipato, si rende possibile anche di portare un qualche miglioramento alla circolazione pubblica nel caso di treni in ritardo.

Si è voluto infine essere rigorosissimi nel predisporre tutte le misure formali, alle quali in qualche modo potesse essere interessata la sicurezza dell'esercizio.

Non è escluso che dopo un congruo periodo di esercizio pratico qualche formalità possa essere omessa e qualche disposizione possa essere semplificata, alleggerendo il lavoro del Dirigente: ad ogni modo nulla dovrebbe essere innovato che possa rendere l'esercizio meno sicuro o comunque intaccare il principio della Dirigenza Unica.

(1) Vedi *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, agosto 1925: « Il " Dispatching System " al Congresso Internazionale delle Ferrovie a Londra » (Ing. B. Nobili).

* * *

Qualche pregiudizio è stato sollevato circa le attitudini del nostro personale per un sistema di esercizio essenzialmente fondato sopra la disciplina, l'ordine, la precisione.

È superfluo dire che tali pregiudizi sono del tutto infondati; chè anzi le doti riconosciute di prontezza e d'intelligenza dei nostri movimentisti li rende particolarmente atti alle funzioni di dirigenti centrali; mentre il senso di responsabilità è generalmente così vivo che la disciplina e la precisione si manifestano subito quasi come doti spontanee nel Dirigente, dal momento in cui egli assume l'esercizio delle sue funzioni.

Non mancano pregiudizi di altra natura, secondo i quali, per esempio, la introduzione dei nuovi sistemi tornerebbe a scapito dell'autorità dei movimentisti e della loro probabile carriera.

Anche qui nulla di più errato. L'esercizio della Dirigenza centrale è per se stesso una scuola alla quale i movimentisti affinano le loro attitudini, perfezionano le loro conoscenze, acquistano la prontezza delle iniziative, dal che risulta un complessivo elevamento della loro capacità professionale. Da questo elevamento la loro situazione economica e la loro eventuale carriera non possono che avvantaggiarsi.

D'altronde è da tenere presente che la centralizzazione della Dirigenza porterà alla soppressione dei dirigenti di stazione solamente in località piccole, molte volte disagiate, talora purtroppo anche poco salubri; mentre sulle grandi linee, per le quali in ogni caso sarebbe da attuare non il Dirigente Unico ma il Dirigente Centrale, i posti dei Capi delle stazioni rimarrebbero inalterati, mentre le loro funzioni verrebbero facilitate ed alleggerite.

Una riprova delle attitudini del nostro personale alle funzioni della Dirigenza Unica si ebbe già nel primo giorno di attuazione del sistema sulla linea Fabriano-Urbino, nel quale si è potuto constatare come i concetti informativi del sistema fossero stati intelligentemente compresi ed attuati.

Verso la sera del giorno stesso, dovendosi preannunciare per il giorno successivo l'attivazione di due treni materiali fra due stazioni intermedie, con due treni facoltativi per invio e ritorno di locomotiva, il Dirigente Unico espletava in circa 10 minuti tutte le pratiche regolamentari inerenti a tale effettuazione, ricevendo conferma da tutte le stazioni, dai passaggi a livello e dalla rimessa locomotive, e ciò mentre attendeva contemporaneamente alla circolazione di una coppia di treni viaggiatori.

Disposizioni per il servizio con Dirigente unico, sulla linea Urbino-Fabriano

Art. 1. – DIRIGENTE UNICO.

1. – Sulla linea Urbino-Fabriano, la circolazione dei treni, anzichè da dirigenti locali, è regolata da un dirigente solo, detto *Dirigente unico*, con ufficio a Fabriano e che a mezzo di telefono selettivo comunica con tutte le località di servizio della linea, coi guardiani dei P. L. presenziati e con gli uffici del Capo Personale Viaggiante e del Capo Deposito locomotive.

2. – Il Dirigente unico assume personalmente tutta la dirigenza del movimento della linea, adotta i provvedimenti e le disposizioni che le esigenze della circolazione e del servizio delle stazioni richiedono e, mediante il telefono, regola la circolazione, dispone per le manovre occorrenti in ciascuna stazione ed assicura il regolare servizio.

3. – Il Dirigente unico, mano mano gli vengono comunicate le ore di partenza e di arrivo o di transito dei treni nelle località di servizio, compila il grafico reale dell'andamento di ciascun treno dall'inizio al termine della corsa.

4. – Indipendentemente dalle comunicazioni che i capitreno e gli assuntori hanno l'obbligo di fargli, il Dirigente unico deve, all'occorrenza, assumere le maggiori informazioni che ritenga necessarie e sollecitare quelle che gli devono essere trasmesse.

Art. 2. – DISPOSIZIONI GENERALI.

1. – Le stazioni sono di massima rette da assuntori che provvedono ai servizi biglietti, bagagli e merci, secondo le abilitazioni della località, ma che non hanno mansioni di dirigenza al movimento. Eccezionalmente, ma con le stesse facoltà degli assuntori, possono prestarvi servizio agenti di ruolo non autorizzati al movimento. Le disposizioni dei successivi articoli, ove si parla di assuntori, valgono anche per i predetti agenti di ruolo.

Determinate stazioni possono anche essere rette permanentemente da dirigenti il movimento. In tal caso tutte le norme dei successivi articoli relative alla posizione e manovra dei segnali e dei deviatoi, alla custodia delle chiavi dei fermascambi ed alle speciali precauzioni per l'ingresso dei treni nel caso d'incrocio non hanno valore, in quanto debbono invece essere osservate le disposizioni regolamentari vigenti in materia per le linee di servizio normale.

2. – I segnali fissi di protezione, la cui posizione normale è di massima a via libera, vengono manovrati a via impedita per la protezione dei treni fermi nelle stazioni.

Spetta all'assuntore di provvedere alla manovra a via impedita del segnale di protezione non appena possa rilevare che sia stato oltrepassato dal treno in arrivo.

Il capotreno è tenuto, al suo giungere in stazione, a controllare che sia stato provveduto alla chiusura del segnale stesso. Questo deve poi essere ridisposto a via libera a cura dell'assuntore solo quando il treno in partenza abbia liberato con la coda il deviatoio d'uscita.

3. – I deviatoi posti sui binari di corsa devono restare normalmente disposti ed assicurati mediante fermascambi per il binario di più corretto tracciato.

Le chiavi che non sono imprigionate nei fermascambi quando il deviatoio è assicurato in posizione normale, sono in ogni stazione vincolate in apposita serratura centrale, in cui normalmente sono introdotte e dalla quale non possono essere estratte, se prima non viene introdotta e girata nell'apposita toppa la chiave di comando posseduta dal capotreno.

Il funzionamento di tale serratura centrale si ottiene nel modo seguente:

Il capotreno, al quale occorra modificare la disposizione normale dei deviatoi, deve introdurre la chiave di comando nell'apposita toppa e girarla, con ciò tutte le altre chiavi contenute nella serratura centrale si rendono libere mentre resta imprigionata quella di comando, ed egli ritira le chiavi occorrenti per aprire i fermascambi dei deviatoi che necessita manovrare. Ad operazioni ultimate, il capotreno dispone ed assicura i deviatoi nella posizione normale, ritira le chiavi dei fermascambi e le riporta nella serratura centrale, quindi le gira e ne estrae la chiave di comando, con che restano vincolate nella serratura le chiavi dei fermascambi.

I deviatoi dei binari merci devono essere normalmente tenuti nella posizione prefissata e che offre la maggiore sicurezza per l'esercizio, in modo da evitare possibili fughe di veicoli sui binari di corsa.

4. – In ogni stazione deve essere tenuto esposto presso la serratura centrale un disegno schematico del piazzale con indicato per ciascun deviatoio il numero della chiave del fermascambio che lo assicura nella posizione normale ed, eventualmente, di quello che lo assicura nella posizione rovescia.

5.– Il servizio dei deviatoi e l'uso delle chiavi dei fermascambi è affidato ai capitreno, i quali devono avere in consegna la chiave di comando della serratura centrale.

Il conduttorecapo del treno che ha eseguito manovre in una stazione, oppure che è licenziato per ultimo dalla stazione di precedenza o di incrocio, prima di ordinare la partenza dovrà disporre ed assicurare i deviatoi nella loro posizione normale, secondo risulta dal piano schematico di cui al precedente comma, introdurre e girare le chiavi dei fermascambi nella serratura centrale, estraendo la chiave di comando ed inoltre assicurarsi nella stazione in cui furono eseguite manovre che i deviatoi dei binari merci ed i veicoli eventualmente in essi depositati si trovino nelle condizioni previste dai comma 3, 7 ed 8.

I capitreno riscontrando guasti od alterazioni al regolare funzionamento dei deviatoi dovranno darne immediato avviso al Dirigente unico.

6. – Una chiave di comando della serratura centrale è data in custodia all'assuntore racchiusa in busta suggellata è portante in tutte lettere la data di consegna, convalidata con firma e timbro a compostore del Dirigente unico.

La detta chiave potrà essere disuggellata ed usata soltanto dopo la preventiva autorizzazione del Dirigente unico, a meno che nel caso di veicoli in fuga od altra anormalità del genere non si verifichi l'assoluta ed immediata necessità di manovrare i deviatoi, nel qual caso naturalmente l'uso della chiave di scorta è lasciato all'iniziativa dell'assuntore, il quale è però obbligato a darne subito dopo comunicazione e giustificazione al Dirigente unico.

Quando fosse eccezionalmente usata la chiave di scorta per liberare la serratura centrale, dovrà essere fatta apposita annotazione nel registro delle consegne — di cui al seguente comma 10 — riponendo poi la chiave stessa in altra busta suggellata sulla quale deve risultare la nuova data, convalidata dalla firma e timbro a compostore del capotreno interessato oppure del capo del primo treno in arrivo, quando, nel caso tutto eccezionale di anormalità, la chiave venisse usata personalmente dall'assuntore. È obbligo del Diri-

gente unico di inviare col primo mezzo utile alla stazione che usa la chiave di comando di scorta, altra chiave di scorta chiusa in busta da lui convalidata, come al comma 6, facendo ritirare la busta provvisoria e la chiave inclusavi. In tal caso se i deviatoi manovrati eccezionalmente dall'assuntore interessassero l'ingresso del primo treno in arrivo questo dovrà essere arrestato prima di impegnare i deviatoi stessi mediante preavviso del Dirigente unico, o quanto meno, mediante il segnale di protezione disposto a via impedita e segnale d'arresto a mano a 100 m. dal deviatoio estremo. Il capotreno dovrà poi accertarsi della regolare posizione ed assicurazione dei deviatoi interessanti l'ingresso del suo treno e, prima di partire, anche dei rimanenti deviatoi del piazzale.

Quando per un guasto improvviso del fermascambio non sia possibile assicurare un deviatoio nella posizione voluta, deve essere dato immediato avviso al Dirigente unico, al quale spetta disporre perchè i treni che incontrano di punta il deviatoio stesso si fermino prima di impegnarlo.

Il macchinista, eseguita la fermata, dovrà proseguire con precauzione, accertandosi che nulla si oppone al regolare ingresso del treno. Nel caso che tale avviso non possa essere dato tempestivamente al Dirigente unico, dovrà provvedervi di sua iniziativa l'assuntore, salvo a fare subito dopo le dovute comunicazioni al Dirigente unico.

7. – I veicoli stazionanti sui binari merci debbono essere disposti in modo da lasciar libera la circolazione sui binari adiacenti, quelli muniti di freno devono averlo chiuso ed inoltre i veicoli estremi devono essere immobilizzati con stanghe o calzatoie.

8. – L'assuntore 20 minuti prima dell'arrivo o del passaggio di un treno, deve aver visitato gli aghi di tutti i deviatoi e gli altri meccanismi fissi sui quali deve transitare il treno per accertare l'integrità dei deviatoi, dei fermascambi, delle serrature e degli altri congegni, dando delle eventuali alterazioni immediato avviso al Dirigente unico. Deve inoltre verificare che tanto sul binario che deve essere percorso dal treno, quanto su quelli adiacenti nessun ostacolo si opponga al suo libero passaggio e che i veicoli depositati sui binari merci siano convenientemente assicurati e non eccedano dalle traverse limite di stazionamento.

Durante la detta visita, l'assuntore deve fare presenziare il telefono dal manovale di stazione o da altra persona adatta, col semplice incarico di renderlo subito informato nel caso di una chiamata telefonica.

9. – Gli assuntori devono tenere sempre al corrente della situazione del piazzale il Dirigente unico perchè questi possa adottare i necessari provvedimenti per il regolare svolgimento del servizio.

10. – Ogni stazione deve essere provvista di apposito registro di consegna in cui devono essere segnati i treni straordinari che vengono effettuati (art. 6[3] delle presenti disposizioni) e le annotazioni relative all'eccezionale uso della chiave di scorta di comando della serratura centrale e alla sua riconsegna, opportunamente suggellata, all'assuntore.

11. – I fogli di corsa dei treni che iniziano da una stazione gestita da assuntore devono essere compilati in tempo opportuno dai capitreno anche nella parte di spettanza della stazione. Nel caso di locomotiva isolata non scortata da agente del movimento tale obbligo spetterà al macchinista.

12. – A deroga dell'art. 3-[3] del Regolamento per la Circolazione dei treni, il Dirigente unico ha la facoltà di disporre perchè i treni senza servizio viaggiatori anticipino la loro corsa sul proprio orario. Di questa facoltà deve valersi ogni qualvolta non ostino ragioni di servizio, e, in tal caso, deve preventivamente avvisare gli agenti in servizio ai P. L. presenziati e custoditi, e, nel caso di treno che avanza oltre la stazione di incrocio, conformarsi alle disposizioni dell'art. 8-[6] delle presenti disposizioni.

Qualora non sia possibile dare l'avviso ai guardiani ai P. L., ne informerà il personale del treno prescrivendo di viaggiare con precauzione.

13. – Ogni stazione della linea ad intervalli al massimo di 15 giorni dovrà essere visitata da uno dei Dirigenti unici in turno. Durante tali visite questi porterà particolare attenzione sul funzionamento dei segnali, dei deviatoi, dei fermascambi e degli altri meccanismi delle stazioni.

Il Dirigente unico dovrà inoltre accertarsi della regolare tenuta del protocollo telefonico e del registro di consegna e, valendosi dell'opera del manovale di stazione, curare durante l'intervallo di tempo in cui sosta in ogni singola località, la manutenzione dei deviatoi, in quanto questa richieda la manovra dei deviatoi stessi.

Art. 3. – Dispacci telefonici di partenza, di giunto, di ordini e di prescrizioni di movimento.

1. – Per ciascun treno il Dirigente unico deve essere informato dell'ora di partenza o di passaggio e di arrivo nelle singole stazioni, mediante il dispaccio telefonico di partenza e di giunto.

Il dispaccio di partenza (1) deve essere scritto, firmato e trasmesso dall'assuntore.

Il dispaccio di giunto (2) deve essere scritto e trasmesso sempre dal capotreno interessato non appena accertato che il treno è arrivato completo.

Il Dirigente unico può, occorrendo, disporre per l'arresto di un treno in una stazione ove per orario non ha fermata, per procurarsi il « giunto ».

2. – Gli ordini e le prescrizioni di movimento riguardanti la circolazione ed il servizio dei treni che non siano già compresi nell'orario generale di servizio sono dal Dirigente unico comunicate direttamente al capo-

(1) – *Tr.......orario partito...... o transitato ...... (ora effettiva di partenza o di transito).*

(2) – *Tr .... giunto ad ore .... (ora effettiva di arrivo).*

treno, che deve trascriverle sul protocollo telefonico, riportarle nel quadro A del foglio di corsa e parteciparle al macchinista con modulo M-1, M-3, M-40 ritirandone firma.

3. – Analogamente tutte le comunicazioni fra Dirigente unico ed assuntori circa la manovra dei segnali, il movimento dei carri, le prenotazioni per i carichi, la ripartizione dei vuoti, le notizie inerenti al servizio di gestione, l'eventuale uso della chiave di scorta di comando della serratura centrale e manovra degli scambi ed ogni altra notizia che interessi comunque il servizio di stazione dovranno svolgersi per telefono con le modalità stabilite nel presente articolo.

4. – Nelle comunicazioni telefoniche fra Dirigente unico, capotreno, assuntori ed eventualmente macchinisti ed agenti di scorta ai carrelli devono essere usate le seguenti norme:

a) i due posti corrispondenti devono scrivere nell'apposito protocollo le corrispondenze trasmesse e ricevute; tali corrispondenze devono essere scritte cronologicamente una di seguito all'altra e contrassegnate da un numero progressivo;

b) i dispacci devono essere trasmessi lentamente e chiaramente in modo che dai posti riceventi possano essere scritti parola per parola mentre si ricevono;

c) il posto trasmittente inizia la comunicazione telefonica indicando il numero che il dispaccio ha nel suo protocollo e la termina indicando l'ora in cui detta comunicazione viene effettuata;

d) il posto ricevente deve ripetere il dispaccio che ha scritto e per ultimo indicare al posto trasmittente il numero che il dispaccio viene ad avere nel suo protocollo,

e) il posto trasmittente scriverà tale numero alla fine del dispaccio già scritto, in prova dell'avvenuta sua trasmissione. Detto posto deve sempre procurarsi tale numero, senza di che dovrà considerare il dispaccio come non trasmesso.

Art. 4. – Interruzione del funzionamento del telefono.

1. – Se per una qualsiasi ragione venisse a mancare il funzionamento del telefono fra Dirigente unico e capotreno questi dovrà di propria iniziativa adottare le disposizioni previste ne' Regolamenti per la Circolazione dei treni e sui Segnali circa il distanziamento dei treni e la loro protezione in caso di arresto in linea od ai segnali fissi.

2. – I capitreno e gli assuntori sono ugualmente tenuti a scrivere nel protocollo il testo del fonogramma rispettivamente di giunto o di partenza come se potessero trasmetterli.

3. – I treni devono mantenere gli incroci nelle stazioni in cui erano stabiliti prima dell'interruzione telefonica e arrestarsi anche nelle stazioni in cui non hanno prescritta la fermata.

Art. 5. – Manovre.

1. – Le manovre sono ordinate dal Dirigente unico dopo di avere adottato occorrendo, le maggiori cautele, che in più della protezione dei segnali, sono prescritte per le manovre stesse dal Regolamento per la Circolazione dei treni.

2. – Alla protezione, dirigenza ed esecuzione delle manovre deve invece provvedere il capotreno coadiuvato dal personale di scorta del treno.

3. – All'assuntore è permesso soltanto di eseguire manovra a braccia sui binari merci, che siano indipendenti da quelli di corsa per agevolare le eventuali operazioni di carico e scarico.

Agli effetti del presente comma è da ritenersi indipendente anche un binario o fascio di binari che immetta mediante comunicazione (1) su un binario di corsa, purchè i deviatoi della comunicazione siano assicurati mediante fermascambio di sicurezza nella posizione dovuta, e, cioè non per la comunicazione.

Art. 6. – Effettuazione dei treni straordinari.

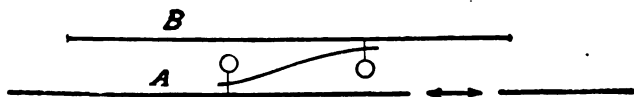
1. – I treni straordinari possono essere effettuati dal Dirigente unico senza l'autorizzazione dell'Ispettore di Riparto.

Spetta al Dirigente unico di provvedere alla richiesta della locomotiva e del personale di scorta, ai prescritti avvisi ai treni interessati e di disporre per la segnalazione del treno straordinario.

2. – Il treno segnalante deve arrestarsi in tutte le stazioni, anche se non ha indicata o prescritta la fermata.

---

(1) – La comunicazione fra due binari paralleli si ottiene mediante due deviatoi riuniti da un tratto più o meno lungo di binario.

Quando i deviatoi si trovano assicurati nella posizione risultante nella seguente figura il binario *B* è da considerarsi indipendente da quello di *A*.

3. – Il conduttore capo del treno che segnala uno straordinario deve nell'apposito libro di consegna di ciascuna stazione esporre l'effettuazione del treno straordinario segnalato, dandone volta per volta conferma al Dirigente unico.

4. – Prima di partire sia dalla stazione di origine che da quelle intermedie, i capitreno devono prendere cognizione delle indicazioni esistenti nel libro di consegna (art. 2,1º delle presenti disposizioni) circa i treni straordinari che sono effettuati, ed, in arrivo nella stazione di fermata precedente a quella di incrocio, devono esporre la loro firma di fianco all'indicazione del treno straordinario avente incrocio col proprio.

Art. 7. – Precedenze.

1. – Nelle stazioni di precedenza i treni devono arrestarsi anche se non hanno indicata o prescritta la fermata.

2. – Spetta al capotreno che arriva per primo di predisporre e di assicurare i deviatoi per il passaggio del treno che prende il passo e di manovrare a via libera il segnale di protezione, dopo essersi accertato che nulla si oppone al ricevimento del treno stesso.

Art. 8. – Incroci.

1. – Nelle stazioni d'incrocio i treni prima di essere ricevuti devono sempre essere fermati al segnale fisso: il macchinista, al disporsi del segnale stesso a via libera e dopo regolare ordine di partenza dato dal capotreno, dovrà avanzare in stazione con precauzione in modo da potere all'occorrenza, fermare prontamente il treno prima di impegnare il deviatoio d'ingresso.

2. – Nelle stazioni d'incrocio i treni devono arrestarsi anche se non hanno indicata o prescritta la fermata, e il treno che entra per primo viene sempre ricevuto sul binario di più corretto tracciato.

3. – Il Dirigente unico deve ordinare all'assuntore di disporre a via impedita i segnali di protezione prima che avvenga la partenza dei treni incrocianti dalle due stazioni attigue a quella di incrocio.

Indipendentemente dall'obbligo del Dirigente unico, anche l'assuntore della stazione di incrocio normale dovrà di propria iniziativa curare la manovra dei segnali di protezione a via impedita quando non ricevesse tempestivo ordine.

Il macchinista che trovasse il segnale di protezione della stazione d'incrocio a via libera dovrà ugualmente arrestare il treno al segnale, e dopo regolare ordine del capotreno, proseguire con tutta precauzione in modo da fermarsi prima del deviatoio d'ingresso, per avanzare poi in stazione dopo che il capotreno si sarà assicurato che nulla vi si oppone.

Il capotreno deve curare che la disposizione venga osservata.

4. – La manovra a via libera del segnale di protezione per il treno da riceversi per il primo è fatta dall'assuntore, in seguito ad ordine del Dirigente unico; per il secondo treno è disposta dal conduttore capo del treno già ricoverato in stazione, previa opportuna disposizione ed assicurazione dei deviatoi che sono impegnati dal treno atteso ed accertamento che nulla si oppone al suo ingresso.

5. – Dalla stazione d'incrocio deve partire per ultimo il treno ricevuto sul binario di più corretto tracciato e cioè di regola il treno entrato per primo.

6. – Il Dirigente unico che decide uno spostamento d'incrocio comunicherà il relativo ordine al treno che avanza oltre la stazione d'incrocio normale soltanto dopo di avere avvisato il treno in ritardo e di avere ricevuto dal capotreno di questo conferma che l'ordine venne trascritto nel foglio di corsa e comunicato al macchinista con modulo M-1, ed inoltre di aver provveduto, a mezzo dell'assuntore, a fare disporre a via impedita i segnali di protezione della stazione in cui l'incrocio viene spostato.

Art. 9. – Dimezzamento o spezzamento di treni.

1. – Quando un treno viene dimezzato in linea per insufficiente forza della locomotiva onde essere rimorchiato in due volte, il capotreno, in arrivo nella stazione con la prima parte del treno, deve subito darne partecipazione al Dirigente unico per le necessarie disposizioni.

Tale partecipazione dovrà essere data, quando torni possibile, anche prima di giungere in stazione, valendosi del telefono di qualche posto intermedio telefonico o di un passaggio a livello munito di telefono.

2. – Nel caso di accidentale spezzamento di un treno in linea, l'avviso dell'ingombro della linea al Dirigente unico deve essere subito dato anche d'iniziativa dall'assuntore, qualora a ciò non possa provvedere il capotreno o il macchinista.

Art. 10. – Domanda di locomotiva di soccorso.

1. – Quando si renda necessario la richiesta di locomotiva di soccorso e non torni possibile al capotreno di recarsi alla più vicina stazione o posto intermedio telefonico o passaggio a livello munito di telefono per trasmettere al Dirigente unico il relativo dispaccio deve essere fatta la domanda nei modi prescritti dal Regolamento sui Segnali.

2. – L'assuntore al quale perviene la domanda di locomotiva di soccorso informerà subito il Dirigente unico; ricevendo poi il modulo M-40 emesso dal capotreno di conferma della richiesta del soccorso trasmetterà al Dirigente unico tutte le notizie risultanti dal modulo stesso, e si regolerà in seguito in conformità agli ordini che dal Dirigente unico gli verranno impartiti.

Art. 11. – TRENO PRECEDUTO DA STAFFETTA.

Effettuandosi un treno preceduto da staffetta tutte le stazioni munite di deviatoi dovranno essere presenziate da agenti abilitati al movimento i quali dovranno di loro iniziativa provvedere a quanto è disposto dallo articolo 11[a] del Regolamento per la Circolazione dei treni e attenersi anche a quanto è stabilito nell'articolo 2-[1] secondo alinea delle presenti disposizioni.

Art. 12. – CIRCOLAZIONE DEI CARRELLI.

1. – La circolazione dei carrelli deve sempre avere luogo con protezione fatta unicamente con segnali a mano, e in relazione a ciò deve essere regolata la loro velocità di marcia.

2. – L'agente di scorta al carrello, prima di porlo in circolazione, dovrà sempre assumere dal Dirigente unico tutte le informazioni circa i treni ordinari e straordinari che si effettuano sul tratto interessato e gli eventuali anticipi di corsa, effettuando la richiesta telefonicamente secondo apposita formula (1).

3. – Le informazioni (2) fornite dal Dirigente unico non impegnano il medesimo nè ad avvisare l'agente di scorta al carrello dei treni straordinari dei quali fosse decisa l'effettuazione successivamente nè ad informarlo degli eventuali anticipi di corsa che in seguito fossero per verificarsi e tantomeno a non lasciare circolare treni che nel programma non fossero stati menzionati.

L'agente di scorta al carrello chiederà notizie al Dirigente unico dell'eventuale effettuazione di treni straordinari o dell'anticipazione di corsa, anche passando presso i posti telefonici intermedî o passaggi a livello muniti di telefono.

Art. 13. – ATTACCO DEI CARRELLI IN CODA AI TRENI.

La richiesta per l'attacco dei carrelli in coda ai treni o per il loro carico e trasporto sui treni deve essere rivolta al Dirigente unico dal capotreno con l'apposita formula (3).

Art. 14.

Sulla Fabriano-Urbino esercitata col Dirigente unico conservano pieno valore e debbono essere osservati i regolamenti e le istruzioni di esercizio in vigore sulle linee a servizio normale in quanto non siano modificati o sostituiti dalle presenti disposizioni e in quanto non venga a mancare la ragione della loro applicazione per il fatto che il Dirigente unico accentra in sè le funzioni dei dirigenti delle stazioni alla sua dipendenza.

Approvato:
da S. E. il Ministro con Decreto
n. 2509 in data 14 aprile 1926

(1) – *Oggi* .... (giorno mese) *dalle ore* ...... *alle ore* ...... *dovendo circolare con un carrello da* .... *domando quali treni straordinari si effettuano e se eventualmente per ritardo o per anticipata corsa il tratto stesso debba essere percorso nelle indicate ore da qualche treno.*

(2) – *Oggi fino a questo momento ore* ..... *è stabilita l'effettuazione dei seguenti treni straordinari* ..... *treno* ...... *in ritardo non ancora passato dalla stazione*....... *(località da dove viene preavvisata la circolazione del carrello)* oppure *treno* .... *in anticipo partirà dalla stazione di* .... *(località da dove viene preavvisata la circolazione del carrello) circa ore*..........

(3) *Il* ...... (qualifica nome e cognome) *del Servizio Lavori domanda di potere attaccare in coda (trasportare col) treno*.......... *un carrello d'armamento e numero*....... *operai di scorta al carrello stesso pel percorso da* .... *a*..............

Autorizzo attacco in coda (oppure) *trasporto carrello e N* .... *operai di scorta con treno* .... *odierno da* .... *a* ....

La nuova concessionaria della ferrovia San Severo-Sammenaio-Peschici.

Con R. D. 9 maggio 1926, n. 940 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* dell'11 giugno c. a., n. 134), la Società anonima ferrovie e tranvie del Mezzogiorno è stata riconosciuta concessionaria della costruzione e dell'esercizio della ferrovia San Severo-Sammenaio-Peschici, in luogo del Sindacato per le strade ferrate garganiche, al quale deve ritenersi subentrata a decorrere dal 4 dicembre 1925 in tutti gli obblighi e i diritti alla concessione stessa.

La tranvia elettrica urbana da Bergamo a Ponte S. Pietro.

Con R. D. 3 aprile 1926, n. 979 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 16 giugno c. a., n. 138), l'Azienda elettrica municipalizzata Funicolari e Tranvie di Bergamo è stata autorizzata a costruire e ad esercitare una tranvia elettrica urbana da Bergamo a Ponte S. Pietro.

Su un problema particolare di elasticità, in relazione alle condizioni di collaudo dei tamburi di ghisa per fasce elastiche

(Redatto dall'Ing. Dott. GIACOMO FORTE
per cura del Servizio Materiale e Trazione delle FF. SS.)

Fra le condizioni tecniche di collaudo dei tamburi di ghisa per anelli elastici, stabilite dalle Ferrovie dello Stato, vi era quella che un determinato anello di spessore s e larghezza l, da essi ricavato ed avente un'apertura p, ricavata mercè due tagli secondo le generatrici $\overline{AA}$ e $\overline{BB}$, quando fosse sospeso all'estremo $\overline{CC}$ di un piano diametrale normale a quello passante per l'asse dell'apertura e caricato all'altro estremo DD del piano di sospensione da un peso crescente P, presentasse in $\overline{EE}$ una rottura sotto un determinato carico e con una data apertura p' del tratto tagliato (fig. 1).

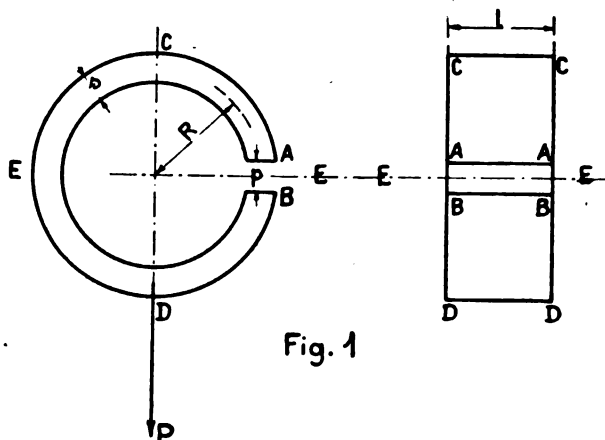
Fig. 1

I valori di P e p' erano diversi in relazione al diametro esterno dell'anello tornito, e fissati nei loro minimi da un'apposita tabella estesa fra i limiti di 348 e di 815 mm. del diametro stesso.

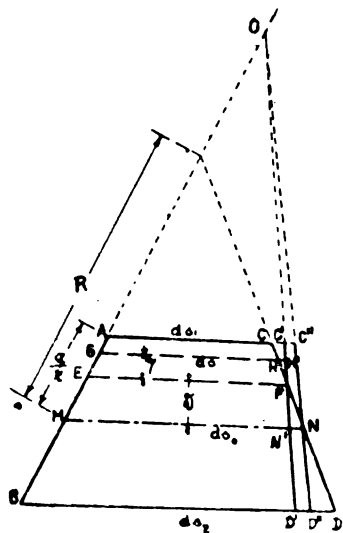
Ma coi distributori cilindrici di diametro inferiore a 348 mm. sorse il problema di determinare per la stessa qualità di ghisa i valori corrispondenti di P e p', non previsti dalla tabella, nè facili a determinarsi per via di estrapolazione. Qualche tentativo in tal senso non dette risultato favorevole e sollevò anzi delle contestazioni.

E poichè non esisteva traccia del come eransi ricavati i valori di P e p' riportati nella tabella, si volle risolvere di nuovo il problema ricavandolo dalle note teorie di resistenza.

La teoria generica al riguardo è invero notissima (1) ed il quesito proposto ne sarebbe stata facile applicazione. A solo titolo di problema si è voluto invece seguire la via diretta di soluzione, che, senza pretesa alcuna di originalità, anche per aderire all'invito di qualche collega si è ritenuto utile di riportare qui di seguito, ben sicuro di essere stato preceduto in ciò da altri, epperò al solo scopo di richiamare le formule a cui per tal via si perviene e di indicarle come di pratica attuazione, giacchè esse permisero in effetti l'allungamento della indicata tabella e riuscirono soddisfacenti nella pratica del collaudo che ne seguì.

---

(1) V. GUIDI, *Lezioni sulla Scienza delle Costruzioni*, parte 2ª, pag. 198 e seg.

Sia R (fig. 2) il raggio medio dell'anello, a il suo spessore e lo si supponga di larghezza 1. Rappresenti $\overline{AB}$ una sua sezione secondo un piano diametrale e $\overline{CD}$ quella diametrale successiva ad anello non caricato, a distanza infinitesima media $\overline{MN} = ds_0$ da essa. Posto $AC = ds_1$; $BD = ds_2$ saranno

$$ds_1 = \frac{R - \frac{a}{2}}{R} ds_0 \; ; \; ds_2 = \frac{R + \frac{a}{2}}{R} ds_0$$

Si ammetterà la nota ipotesi che le sezioni $\overline{AB}$ e $\overline{CD}$ si conservino piane sotto il carico indicato e si supporrà che per effetto del solo momento flettente prodotto da esso la seconda sezione si sposti rispetto alla prima in $C'D'$. Vi sarà allora una fibra $\overline{EF}$ neutra a distanza θ dalla media, al di sopra della quale, secondo la figura, si avranno quelle soggette a trazione, mentre al di sotto si avranno le altre soggette a compressione.

Indichi $\overline{GH}$ una delle fibre soggette a trazione, di lunghezza ds e distanza η da quella neutra, che si allunghi sotto il carico fino a $\overline{GH'}$, e si ponga

$$GH' = d\sigma, \qquad \overline{AC'} = d\sigma_1, \qquad \overline{BD'} = d\sigma_2$$

Se si indicano con λ e ρ rispettivamente l'allungamento ed il carico unitari della fibra $\overline{GH}$, e con E il modulo d'elasticità della ghisa in esame, saranno successivamente:

$$\frac{d\sigma - ds}{d\sigma_1 - ds_1} = \frac{\eta}{\frac{a}{2} - \theta} \; ; \; \lambda = \frac{d\sigma - ds}{ds} = \frac{d\sigma_1 - ds_1}{ds} \cdot \frac{\eta}{\frac{a}{2} - \theta}$$

$$\rho = E\lambda = E \frac{\eta}{\frac{a}{2} - \theta} \cdot \frac{d\sigma_1 - ds_1}{ds}$$

e poichè è

$$ds = \frac{R - \theta - \eta}{R} ds_0$$

sarà ancora

$$\rho = E \frac{R}{R - \theta - \eta} \cdot \frac{\eta}{\frac{a}{2} - \theta} \cdot \frac{d\sigma_1 - ds_1}{ds_0} \qquad [1]$$

Sicchè il carico effettivo elementare di trazione lungo la sezione considerata sarà dato da

$$\rho \, d\eta = E \frac{R}{\frac{a}{2} - \theta} \cdot \frac{d\sigma_1 - ds_1}{ds_0} \cdot \frac{\eta \, d\eta}{R - \theta - \eta}$$

e quello totale da

$$\int_0^{\frac{a}{2}-\theta} \rho \, d\eta = E \frac{R}{\frac{a}{2}-\theta} \cdot \frac{d\sigma_1 - ds_1}{ds_0} \int_0^{\frac{a}{2}-\theta} \frac{\eta \, d\eta}{R-\theta-\eta} =$$

$$= E \frac{R}{\frac{a}{2}-\theta} \cdot \frac{d\sigma_1 - ds_1}{ds_0} \left[\theta - \frac{a}{2} - (R-\theta) \log \frac{R-\frac{a}{2}}{R-\theta} \right]$$

Analogamente il carico totale di compressione risulterà dato da:

$$\int_0^{\frac{a}{2}+\theta} \rho \, d\eta = E \frac{R}{\frac{a}{2}+\theta} \cdot \frac{d\sigma_2 - ds_2}{ds_0} \left[\theta + \frac{a}{2} - (R-\theta) \log \frac{R+\frac{a}{2}}{R-\theta} \right]$$

Nella ipotesi fatta, di considerare cioè il solo effetto del momento flettente, dovrà essere:

$$\int_0^{\frac{a}{2}-\theta} \rho \, d\eta = \int_0^{\frac{a}{2}+\theta} \rho \, d\eta$$

e quindi:

$$\frac{d\sigma_1 - ds_1}{\frac{a}{2}-\theta} \left[\theta - \frac{a}{2} (R-\theta) \log \frac{R-\frac{a}{2}}{R-\theta} \right] = \frac{d\sigma_2 - ds_2}{\frac{a}{2}+\theta} \left[\theta + \frac{a}{2} - (R-\theta) \log \frac{R+\frac{a}{2}}{R-\theta} \right]$$

Siano $d\sigma_0 = MN'$, e $\lambda_0 = \frac{d\sigma_0 - ds_0}{ds_0}$ rispettivamente la lunghezza della fibra media $\overline{MN}$ deformata, ed il relativo allungamento unitario. Saranno

$$\frac{d\sigma_1 - ds_1}{\frac{a}{2}-\theta} = \frac{d\sigma_2 - ds_2}{\frac{a}{2}+\theta} = \frac{d\sigma_0 - ds_0}{\theta} = \lambda_0 \frac{ds_0}{\theta} \qquad [2]$$

e quindi

$$a = (R-\theta) \log \frac{R+\frac{a}{2}}{R-\frac{a}{2}} \qquad [3]$$

da cui

$$\theta = R - \frac{a}{\log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}}}.$$

Se si indica (fig. 3) con M_f il momento flettente della sezione considerata d'inclinazione φ su quella EE, sarà da un lato

Fig. 3

$$M_f = P.R. \cos\varphi$$

e dall'altro, rispetto alle reazioni interne:

$$M_f = \int_0^{\frac{a}{2} - \theta} \eta \, . \, \rho \, . \, d\eta + \int_0^{\frac{a}{2} + \theta} \eta \, . \, \rho \, . \, d\eta$$

ma, per le [1] e [2], è

$$\rho = \frac{E.R}{\theta} \cdot \frac{\eta}{R - \theta - \eta} \, . \, \lambda_0$$

Sarà dunque

$$P.\, R.\, \cos\varphi = \frac{E.\, R}{\theta} \, . \, \lambda_0 \left\{ \int_0^{\frac{a}{2} - \theta} \frac{\eta^2}{R - \theta - \eta} d\eta + \int_0^{\frac{a}{2} + \theta} \frac{\eta^2}{R - \theta - \eta} d\eta \right\}$$

e per essere

$$\frac{\eta^2}{R - \theta - \eta} = -(R - \theta) + \frac{(R - \theta)^2}{R - \theta - \eta} - \eta$$

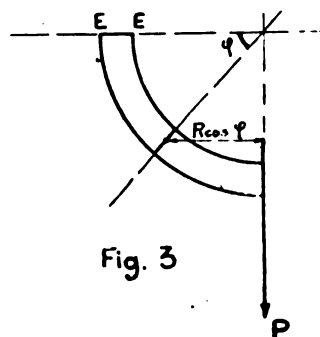
saranno:

$$\int_0^{\frac{a}{2} - \theta} \frac{\eta^2 d\eta}{R - \theta - \eta} = -(R - \theta)^2 \log \frac{R - \frac{a}{2}}{R - \theta} - (R - \theta)\left(\frac{a}{2} - \theta\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{a}{2} - \theta\right)^2$$

$$\int_0^{\frac{a}{2} + \theta} \frac{\eta^2 d\eta}{R - \theta - \eta} = (R - \theta)^2 \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \theta} - (R - \theta)\left(\frac{a}{2} + \theta\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{a}{2} + \theta\right)^2.$$

$$PR \cos\varphi = \frac{E R}{\theta} \lambda_0 \left\{ (R - \theta)^2 \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}} - (R - \theta)\, a + a\, \theta \right\}$$

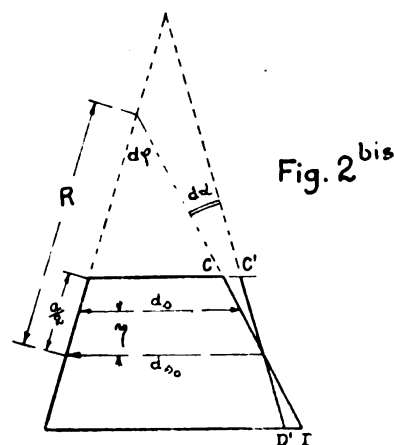
ossia per la [3]

$$P \cos\varphi = \frac{E}{\theta} \lambda_0 \left\{ a\,(R - \theta) - R\, a + 2\, a\, \theta \right\} = E \cdot \lambda_0 \cdot a$$

da cui

$$\lambda_0 = \frac{P \cos \varphi}{E a}.$$

E poichè il secondo membro rappresenta altresì, sebbene in senso contrario, il valore dell'allungamento unitario della fibra media $\overline{MN}$ sotto l'azione della componente normale del carico P trasportato parallelamente nel baricentro della sezione considerata, risulta da quanto precede che nella sezione stessa, lungo la fibra media, si elidono l'effetto dello sforzo di trazione della forza P trasportata in essa e quello del momento flettente che nasce dal trasporto stesso.

La fibra neutra in detta sezione per l'azione composta flettente e di trazione del carico P è pertanto quella media MN (1). La tensione baricentrica si ripartisce poi uniformemente sulla intera sezione C'D' spostandola in C''D'' che si ottiene, nella fig. 2, congiungendo il baricentro N col punto O d'intersezione della $\overline{AB}$ colla $\overline{C'D'}$.

Il risultato ottenuto ci indica che prescindendo, come praticamente vogliamo fare, dall'azione di taglio prodotta dalla componente $P \cdot sen\, \varphi$ nella deformazione dell'anello elastico sotto il carico considerato, il luogo delle fibre neutre è costituito, ad anello scarico, dalla superficie cilindrica coassiale di raggio medio fra quelli esterno ed interno dell'anello stesso.

Sia b la larghezza dell'anello e $d\alpha$ (fig. 2-*bis*) lo spostamento angolare della sezione deformata $\overline{C'D'}$ rispetto alla $\overline{CD}$. Sarà successivamente, per le fibre sottoposte a trazione e seguendo le notazioni precedenti: $d\sigma - ds = \eta d\alpha$; $ds = \frac{R - \eta}{R} ds_0$;

$$\lambda = \frac{d\sigma - ds}{ds} = \frac{\eta R}{R - \eta} \cdot \frac{d\alpha}{ds_0}; \quad \rho = E\lambda = E \frac{\eta R}{R - \eta} \cdot \frac{d\alpha}{ds_0}$$

$$b \int_0^{\frac{a}{2}} \rho \eta \, d\eta = ERb \frac{d\alpha}{ds_0} \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{\eta^2 d\eta}{R - \eta} = ERb \frac{d\alpha}{ds_0} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{a}{2}\right)^2 - R \frac{a}{2} - R^2 \log \frac{R - \frac{a}{2}}{R} \right]$$

e per quelle sottoposte a compressione:

$$b \int_0^{\frac{a}{2}} \rho \eta \, d\eta = ERb \frac{d\alpha}{ds_0} \int_0^{\frac{a}{2}} \frac{\eta^2 d\eta}{R + \eta} = ERb \frac{d\alpha}{ds_0} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{a}{2}\right)^2 - R \frac{a}{2} + R^2 \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R} \right]$$

(1) Ciò accade in linea generale quando la sezione è cimentata, come nel nostro caso, da uno sforzo di tensione applicato al centro di curvatura (V. GUIDI, op. cit., pag. 292).

Sommando i due momenti così risultanti sarà:

$$M_f = ER^2 b \frac{d\alpha}{ds_0} \left(- a + R \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}} \right);$$

ma è anche

$$M_f = P.R. \cos \varphi \text{ ed ancora: } ds_0 = R.\, d\varphi \quad ;$$

risulterà dunque:

$$d\alpha = \frac{P. \cos \varphi . d\varphi}{Eb \left(R \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}} - a \right)} \qquad [4]$$

Lo spostamento complessivo Δy della sezione $\overline{FF}$ (fig. 4) è l'integrale degli spostamenti elementari che su di essa producono quelli di ogni altra sezione $\overline{AB}$ rispetto alla precedente.

Detta $r = OQ$ la distanza fra i baricentri delle due sezioni $\overline{AB}$ ed $\overline{FF}$ lo spostamento elementare $d\alpha$ della prima produrrà lo spostamento $rd\alpha$ sul punto Q e quindi uno spostamento elementare verticale dato da $rd\alpha.\ \cos.\ \beta$, ove β è l'angolo che la $\overline{OQ}$ forma coll'asse orizzontale delle x.

Fig: 4

Detta x l'ascissa del punto O ed essendo

$$x = r . \cos\beta = R. \cos \varphi$$

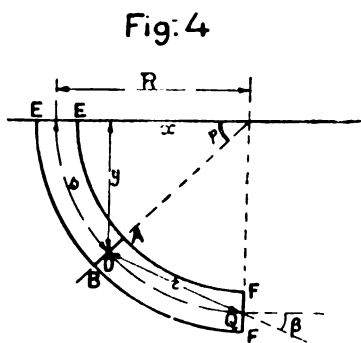
sarà:

$$\Delta y = \int_{\varphi = o}^{\varphi = \frac{\pi}{2}} x d\alpha = \int_{\varphi = o}^{\varphi = \frac{\pi}{2}} R.\cos \varphi .\, d\alpha$$

e pel valore [4] di $d\alpha$:

$$\Delta y = \frac{RP}{Eb} \cdot \frac{1}{R \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}} - a} \int_o^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi .\, d\varphi$$

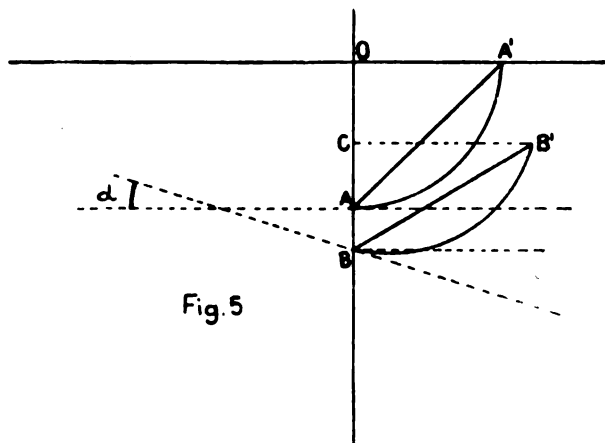
ossia

$$\Delta y = \frac{\pi . R . P}{4 . E . b \left(R \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}} - a \right)} \qquad [5]$$

che fa conoscere lo spostamento verticale della sezione $\overline{FF}$ dell'anello in ragione del carico P quando si prescinda solo dagli sforzi di taglio, del resto di effetto praticamente trascurabile.

Facile è poi dedurre dal valore di Δy quello della maggiore apertura del taglio. Se il quarto di tamburo $\overline{AA'}$ (fig. 5) passa per effetto della deformazione (del quarto inferiore a sinistra della verticale) in $\overline{BB'}$ l'apertura del taglio fatto in A' sarà doppia di $\overline{OC}$, essendo C la proiezione di B' su $\overline{OB}$.

Fig. 5

Ora è $\overline{BB'} = \overline{AA'} = R\sqrt{2}$; $\overline{OC} = OA + \overline{AB} - CB = R + \Delta y - \overline{CB}$.

Detto α la deformazione angolare della sezione $\overline{FF}$ sarà

$$O\hat{B}B' = \pi - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4} + \alpha$$

e quindi:

$$\overline{CB} = \overline{BB'} \cos\left(\frac{3\pi}{4} - \alpha\right) = R\sqrt{2}\ \cos\left(\frac{\pi}{4} + \alpha\right)$$

Sicchè l'apertura sarà data da:

$$p' = 2\left[R + \Delta y - R\sqrt{2}\ \cos\left(\frac{\pi}{4} + \alpha\right)\right] \qquad [6]$$

dove Δy ha il valore dato dalla [5] ed α quello che si ricava integrando la [4] fra O e $\frac{\pi}{2}$ e cioè:

$$\alpha = \frac{P}{Eb\left(R \log \frac{R + \frac{a}{2}}{R - \frac{a}{2}} - a\right)} \qquad [7]$$

Dato poi il carico unitario massimo ρ, a cui vuol sottoporsi la fibra più sollecitata della sezione EE, e cioè l'estrema interna di essa, si ha la nota equazione

$$\rho = \frac{P.\left(R - \frac{a}{2}\right)}{\frac{1}{2}} + \frac{P}{ab}; \qquad \text{dove } \frac{I}{Z} = \frac{1}{6} ba^2$$

la quale fa determinare il carico P e quindi, a mezzo delle [5], [6] e [7], l'apertura dell'anello in relazione alla sollecitazione massima anzidetta, quando sono fissate le dimensioni ed il modulo E che si richiede per la materia adoperata.

Le formole a cui si è giunti valgono per lo stato elastico, e quindi non potrebbero, a rigore, servire per determinare in base ad un valore unitario di rottura ρ quelli corrispondenti di P e di p'; ma, determinando in base ai dati pratici riportati nella tabella il valore approssimato di E nelle vicinanze del limite di rottura, questo adottato nelle formule indicate diede modo di ricavare a mezzo delle formule stesse valori limiti di P e p' praticamente soddisfacenti pel prolungamento della tabella anzidetta.

* * *

Gli anelli di ghisa per fascie elastiche da sottoporsi al collaudo secondo le norme del Capitolato d'oneri per la fornitura dei pezzi fusi in ghisa, in vigore nelle Ferrovie dello Stato, debbono essere torniti sulle quattro faccie ed avere 15 millimetri di spessore, misurati nel senso del raggio e 26 mm. di larghezza misurati nel senso della generatrice. Gli anelli vengono poi aperti colla sega secondo due generatrici distanti tra loro 25 millimetri e sospesi in un piano diametrale normale a quello passante per la mezzeria dell'apertura.

Essi vengono caricati dall'altro estremo del diametro di sospensione con un peso successivamente crescente sino al momento della rottura, misurando le successive aperture del tratto tagliato.

Il carico minimo di rottura in kg. e l'apertura minima di rottura sono indicati da una apposita tabella che riporta i valori relativi ad una serie di diametri che va da un minimo di mm. 348 ad un massimo di mm. 815.

Con le formule sopraindicate la tabella stessa fu arricchita dei seguenti altri valori, sufficienti per renderla applicabile a tutti i casi pratici che si presentano ai collaudatori delle Ferrovie dello Stato:

Diametro esterno dell'anello tornito mm.	Carico minimo di rottura Kg.	Apertura minima alla rottura mm.
208	246	45
262	194	59
270	188	61
300	168	69
348	145	90

INFORMAZIONI

L'Esposizione internazionale di Basilea per la navigazione interna e l'utilizzazione delle forze idrauliche.

Dal 1° luglio al 15 settembre di quest'anno ha luogo a Basilea la prima Esposizione internazionale per la navigazione interna e l'utilizzazione delle forze idrauliche.

L'avvenimento è senza dubbio di eccezionale importanza, giacchè il porre insieme la navigazione fluviale e gli impianti idraulici varrà a dare una veduta d'insieme dello stato attuale della navigazione interna e dello sfruttamento delle forze idrauliche nei diversi paesi del mondo.

L'idea di riunire in un'esposizione comune la navigazione fluviale e gli impianti idraulici nacque dalla considerazione che la trasformazione di correnti naturali di fiumi in vie atte alla navigazione è spesso solo possibile mediante l'intercalazione di sostegni con chiuse (conche di navigazione), la cui costruzione è però economicamente giustificabile solo quando esse possano servire, oltre che alla navigazione, anche alla produzione di energia elettrica.

Il concetto poi di comprendere nell'Esposizione, oltre la navigazione interna e gli impianti idroelettrici a bassa caduta e a grande portata, anche quelli ad alta caduta e quindi a carattere puramente montano, corrisponde allo scopo di offrire un quadro il più possibilmente completo dello sviluppo attuale delle utilizzazioni idriche a scopo industriale e commerciale, della massima importanza nella vita economica delle Nazioni.

La partecipazione all'Esposizione è assai larga. Espositori di 15 Paesi, e cioè dell'Italia, dell'Austria, del Belgio, della Francia, della Cecoslovacchia, della Germania, della Gran Bretagna, dell'Olanda, della Norvegia, della Polonia, della Spagna, della Svezia, degli Stati Uniti, della Svizzera e dell'Ungheria hanno dato la loro adesione.

L'Italia, per merito del Governo Nazionale, che già da tempo nominò un suo Commissario generale nella persona del comm. ing. Taccani, vi è ufficialmente rappresentata ed il suo concorso è una nuova dimostrazione del progresso compiuto dal nostro Paese nel campo dell'utilizzazione delle risorse idrauliche a scopo di comunicazione e di produzione di energia elettrica.

Partecipano inoltre all'Esposizione la Lega delle Nazioni, che è rappresentata dalla sua Commissione consultiva e tecnica per le comunicazioni ed il transito e dall'Ufficio internazionale del Lavoro e la Commissione centrale del Reno.

* * *

La Sezione Italiana si compone di tre riparti. Una grande sala contiene la mostra del Ministero dei Lavori Pubblici e quella del Ministero delle Comunicazioni (Ferrovie dello Stato); in un'altra, altrettanto ampia, espongono le Società elettriche e le aziende portuali; uno spazio, infine, di oltre 1400 mq. è riservato all'Italia nella grande galleria delle macchine.

La mostra del Ministero dei Lavori Pubblici comprende due distinte Sezioni: Navigazione interna; Utilizzazioni idroelettriche e servizio idrografico.

La Sezione di Navigazione interna espone opere costruite, in costruzione e in progetto. Fra queste l'arteria per natanti da 600 tonnellate, già costruita fra Trieste, il Po e Mantova, in corso di costruzione fra lo sbocco del Mincio e quello dell'Adda.

Sono presentati anche i principali porti e approdi fluviali e lacuali e i progetti dei loro ampliamenti e delle nuove costruzioni. Per l'Italia centrale viene presentata la Navigazione del Tevere e dell'Arno e l'allacciamento fra Livorno e Pisa, che sarà sistemato per il grande tonnellaggio.

La Sezione delle utilizzazioni idroelettriche presenta una grande carta d'Italia contenente tutte le linee ad alta tensione dimostranti l'allacciamento idroelettrico fra i sistemi alpino e appenninico. In altra carta si presentano le centrali elettriche, i piani di utilizzazione delle rimanenti forze idrauliche e dei possibili bacini artificiali. Opportuni diagrammi dimostrano l'imponente sviluppo progressivo delle utilizzazioni idroelettriche in Italia.

Il servizio idrografico presenta un vasto materiale per riassumere il rapido progresso conseguito in tal campo nel volgere di pochi anni. In una grande carta d'Italia sono rappresentate tutte le stazioni metereologiche, idrometriche, idrografiche, che ormai formano una delle più ricche reti d'Europa. Le correlazioni fra eventi meteorici ed eventi fluviali sono prospettate in appositi diagrammi di bilancio idrologico e così pure i dati delle torbidità dei fiumi e del meccanismo del loro alveo sono chiaramente rappresentati. Nè manca una larga dimostrazione del regime idrologico sotterraneo, assai interessante per i problemi dell'irrigazione e dell'approvvigionamento dell'acqua potabile.

Il servizio idrografico italiano presenta anche numerose pubblicazioni riguardanti tutti i rami della scienza idrografica e delle scienze affini. Così si trovano trattazioni metereologiche, geologiche, geofisiche, geoidrologiche, idrometriche con memorie speciali illustranti fenomeni e condizioni eccezionali del regime dei fiumi.

Le Ferrovie dello Stato, a loro volta, espongono un insieme di materiale (schemi, fotografie, pubblicazioni, albums, acquerelli, plastici etc.) che vale a dare un'idea il più possibilmente completa dello sviluppo degli impianti idroelettrici direttamente costruiti per la produzione dell'energia occorrente per la trazione elettrica e dei diversi impianti di elettrificazione attuati o da attuarsi in Italia.

In tre grandi carte regionali sono schematicamente indicate tutte le linee elettrificate ed in corso di elettrificazione, le diverse centrali di produzione dell'energia elettrica, e tutta la rete di trasporto e distribuzione dell'energia stessa per la trazione ferroviaria.

In una carta d'Italia sono segnate, per dare un'idea complessiva, tutte le linee elettrificate o in corso di elettrificazione.

Due tavole rappresentano graficamente il grande sviluppo verificatosi nell'ultimo decennio nell'elettrificazione delle linee ed i conseguenti assorbimenti di energia elettrica ed aumenti di traffico.

Quattro grandi schemi illustrano gli impianti idroelettrici sul Rochemolles e Melezet (Bardonecchia), sull'alto Reno e le due Limentre (Porretta), sul Sagittario (Anversa) e sul fiume Adda (Morbegno). Inoltre tre grandi plastici riproducono le dighe di Pavana e di Suviana, rispettivamente sulla Limentra di Sambuca e sulla Limentra di Treppio e la parte a valle (pozzo di carico, condotte forzate e centrale) dell'impianto del Sagittario.

Un ricco materiale fotografico, sia in albums che in quadri, un'apposita pubblicazione riassuntiva e storica sulla trazione elettrica delle Ferrovie dello Stato, una raccolta completa delle memorie sulla trazione elettrica in Itàlia pubblicate su questa Rivista, diversi schizzi e disegni di tipi di palificazione e attrezzature aeree, sia per linee di contatto che primarie, completa la mostra delle Ferrovie dello Stato esposta nella suddetta grande sala.

* * *

Nella sala riservata alle Società elettriche espongono i principali gruppi d'Italia.

La « Società idroelettrica piemontese » mostra lo stato dei suoi lavori nell'alta Val Tournanche Il gruppo « Edison » illustra i nuovi impianti della valle Antrona.

Il gruppo adriatico, colla Società Adriatica d'Elettricità, rappresenta gli impianti importantissimi del Lago di S. Croce e del Cellina.

La S. G. E. dell'Adamello, la Soc. Tridentina, la S. A. per le forze idrauliche di Trezzo sull'Adda, la Società del Barbellino ecc. illustrano i loro impianti idroelettrici e serbatoi della zona lombarda orientale e del Trentino.

La « Ligure-Toscana » di Livorno mostra i suoi studi di coordinamento fra la produzione di energia elettrica di origine idrica e quella di origine termica, provvedendo essa alla istallazione di una grossa centrale a vapore di 10.000 volt in riva al porto di Livorno con cui integrerà le risorse idriche, scarse nel periodo estivo.

La « Società Elettrochimica » e la « Società Elettrica e gas » di Roma mostrano gli impianti del Pescara e dell'Aniene; la Società Meridionale di elettricità illustra gli impianti della Sila e le costruzioni di linee elettriche a 150.000 volt.

La Società Generale Elettricità della Sicilia mostra il serbatoio del Belice; le imprese del Tirso, oltre a mostrare i nuovi impianti del Coghinas, destinati a completare, insieme a quelli già esistenti sul fiume Tirso ed in progetto sul Flumendosa, lo sfruttamento delle energie idrauliche della Sardegna, illustrano tutti i grandi impianti idroelettrici di quella regione.

Una rassegna generale dello sviluppo dell'industria italiana è quella che due massime associazioni fra le Società elettriche, l'A. E. I. E. e l'A. N. I. E. L. hanno di comune accordo allestito. Due grandi quadri luminosi mostrano il progredire di 5 in 5 anni delle centrali elettriche e delle linee elettriche italiane. Un cinematografo funzionante nella sala stessa proietta films sui principali lavori che le Società elettriche hanno completato od hanno in costruzione.

* * *

Nella galleria delle macchine le Ferrovie dello Stato espongono due locomotori a frequenza industriale che prossimamente entreranno in esercizio sulla linea Roma-Sulmona ed uno a frequenza ferroviaria (16 periodi), attualmente in servizio su linee già elettrificate.

Inoltre viene esposta una sottostazione ambulante di trasformazione (tipo aperto), costruita dalla Società Savigliano, che rappresenta un'applicazione puramente italiana e che ha dato risultati ottimi per sopperire ad improvvise esigenze dell'esercizio.

In prossimità di tali macchine trovano posto un pannello bipolare per linee di contatto, studiato dall'Amministrazione ferroviaria e costruito dalla Ditta Breda; un pannello tripolare a 75.000 volt costruito dalla Ditta Magrini; un relais elettropneumatico per l'apparecchiatura elettrica dei locomotori a corrente trifase e un reostato a liquido.

Nella detta galleria si trovano le due maggiori turbine idrauliche finora costruite in Italia e cioè quella da 35.000 cavalli della Società Riva di Milano e l'altra di 40.000 cavalli della Ditta Tosi di Legnano.

Per le condotte forzate la Ditta Togni di Brescia espone elementi di tubi e valvole del diametro di 2 metri, mentre macchinario elettrico è esposto dalle Ditte Marelli, Breda, Magrini, Clerici e da numerosi altri espositori

Un elemento importante della Sezione italiana sono i cavi elettrici a 1300 volt che la Società Pirelli ha costruito per l'industria americana. Nel medesimo campo dei cavi espone la Società Tedeschi di Torino. Apparecchi di misura elettrici, industriali e di precisione sono invece esposti dalla Società strumenti di misura di Monza e dagli ingegneri Allocchio e Bacchini di Milano.

Per quanto riguarda il macchinario adoperato nella propulsione di natanti la Società Fiat, in comune colle officine di Savigliano, ha inviato un gruppo composto di un motore Diesel e di una dinamo da 500 cavalli.

Va infine ricordato il modello che espone l'officina De Pretto, Escher, Wyss di Schio riproducente una turbina da 54.000 cavalli ordinata dalla Società Terni per il nuovo impianto sulla Nera.

La XI Riunione dell'Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione.

Ebbe luogo a Torino dal 24 al 27 giugno 1926 in locale messo gentilmente a disposizione dalla Direzione della Mostra Internazionale Edilizia al Valentino. L'inaugurazione venne fatta nel pomeriggio del giorno 24 con un discorso di benvenuto pronunziato dal direttore della Mostra; cui fece seguito quello del presidente del Congresso prof. Camillo Guidi. Questi, dopo aver rilevato l'importanza sempre crescente degli argomenti trattati nelle riunioni dell'Associazione, riassume brevemente l'ordine del giorno del Congresso e formula l'augurio che dalle relazioni e discussioni emergano principî di pratica applicazione atti a perfezionare sempre più l'industria e la fabbricazione dei materiali da costruzione. Diamo un breve cenno di alcuni degli argomenti più importanti trattati dal Convegno, con particolare riguardo al contributo cospicuo portatovi dall'Istituto Sperimentale delle Ferrovie di Stato.

L'ing. Peretti, capo dell'Istituto, dopo aver accennato alla sua proposta precedente per la raccolta in forma di pubblicazione grafica con note illustrative delle disponibilità di materiali da costruzione italiani, avverte di aver incaricato l'ing. Palumbo dell'esecuzione del lavoro che può dire praticamente a buon punto.

L'ing. Palumbo ricorda che l'iniziativa, essendo la prima del genere in Italia, viene a colmare una lacuna importante; ed osserva che oggidì non è più ammissibile costruire senza conoscere le principali proprietà dei materiali che s'impiegano, poichè l'esperienza ha dimostrato che laddove si opera empiricamente, o si va contro l'economia sciupando materiale o, quel che è peggio, si ottengono cattivi risultati che si risolvono in danni per le costruzioni.

In riassunto il relatore dice che sulla carta d'Italia al 500.000 sono stati indicati con opportuni segni differenziali le ubicazioni delle cave di materiali da costruzione, mentre con quadri sinottici si è provveduto e si provvede continuamente a raccogliere i dati risultati delle esperienze più importanti fatte su detti materiali. Il numero delle serie di esperienze eseguite nell'Istituto dal 1887 ad oggi ammonta già a 1100.

Il prof. Gamba, della Commissione Materiali per caldaie a vapore, espone le norme che si propongono per l'accettazione dei materiali suddetti, quali sono scaturite dagli accurati studi della Commissione stessa.

Oltre le relazioni della Commissione per le condotte non metalliche e di quella per i materiali bituminosi, si ha quella dell'ing. Perfetti, pure dell'Istituto Sperimentale F. S., sul rapporto fra i carichi di rottura per trazione e compressione dei cementi e tra i cementi ed i calcestruzzi con essi confezionati. La prima parte riguarda 362 cementi di 73 fabbriche diverse, di cui soltanto 24 (circa il 33 % di quelle prese in considerazione) producono cementi soddisfacenti alle norme regolamentari, sia per la trazione che per la compressione e di esse 20 hanno il rapporto suddetto superiore a 12, per cui i loro prodotti soddisferebbero alle norme anche se i limiti in base al rapporto 12 stabilissero 25 kg. cm^2 di resistenza alla trazione e 300 alla compressione.

Altre 23 fabbriche producono cementi accettabili solo per la compressione, le rimanenti 26 danno prodotti inaccettabili.

L'ing. Perfetti si occupa pure del rapporto tra i valori di resistenza alla compressione (dopo 28 giorni) di 62 cementi e dei relativi calcestruzzi normali. Le conclusioni sono che dei 62 cementi esaminati, 46 han corrisposto alle norme regolamentari. Pei calcestruzzi si sono avute riduzioni oscillanti dal 77 al 42 % del carico di rottura del cemento. In generale si è potuto constatare che non esiste una relazione netta fra la quantità del cemento e quella del relativo calcestruzzo.

Il dott. Forcella, anche dell'Istituto Sperimentale, espone i risultati delle sue ultime ricerche sulla resilienza dei materiali metallici in uso presso le Ferrovie dello Stato. Tratta in particolar modo delle rotaie, dei cerchioni, dei ganci di trazione, degli assi, delle lamiere e degli acciai fusi e dimostra con proiezioni e diagrammi:

1° che, stabilito il tipo di macchina per le prove, il tipo delle barrette da provare e la localizzazione dell'intaglio normalmente alla superficie di laminazione e di forgiatura, le resilienze sono uguali nei prodotti omogenei e disuguali in quelli eterogenei e in relazione diretta con i caratteri macro e microstrutturali e chimici; 2° che le prove di resilienza sono controllabili; 3° che le scorie e le soffiature abbassano di molto la resilienza dei prodotti non fragili: 4° che la prova di trazione nulla dice e nulla può dire sullo stato di fragilità dei prodotti metallici; 5° che le rotture dei materiali metallici in opera sono spiegabili con le prove di resilienza e non con le prove di trazione; 6° che molti industriali metallurgici italiani hanno entro l'ultimo anno raggiunto delle resilienze anche superiori a quelle prescritte dal capitolato delle FF. SS.

Il dott. Zamboni legge la sua relazione riguardante lo studio sulle trasformazioni fisiche che il cemento subisce durante l'indurimento, tendente ad introdurre un nuovo metodo di controllo rapido degli agglomeranti idraulici. L'autore, basandosi su determinazioni di peso specifico e perdita al fuoco dei cementanti prima della presa e dopo (esperienze su 7 cementanti), giunge ad enunciare il principio che la differenza tra il peso specifico di un agglomerante e quello riscontrato dopo un dato tempo del suo indurimento in acqua, caratterizza la sua resistenza.

L'ing. Perfetti riferisce circa le esperienze sui tubi Eternit fabbricati a Casale Monferrato. Detti tubi sono stati sottoposti a prove idrauliche, di flessione, di schiacciamento diametrale, d'urto e di caduta. Si sono ricavati i moduli di elasticità nelle prove a pressione idraulica ed in quelle di schiacciamento esterno. Sui tubi si praticarono anche prove di permeabilità all'acqua e al *bacterium coli* (dall'esterno all'interno) per opera del dott. Breazzano dell'Istituto Sperimentale.

Parla il prof. Ferrari sulle qualità attuali dei cementi Portland messi in commercio in Italia, indi il prof. Landini sul soggetto degli agglomeranti bianchi con speciale riguardo pei gessi a lenta presa. Egli riferisce su determinazioni di laboratorio, rilevando che i prodotti italiani si son dimostrati superiori a quelli esteri e che i migliori han dato resistenze paragonabili a quelle dei cementi Portland.

Tra le manifestazioni tecniche che accompagnarono il convegno ricordiamo le visite alla Fabbrica di materiali cementizi di Casale Monferrato e alle officine Lingotto della Fiat e le interessanti prove fatte nei locali della Mostra Edilizia, sotto la direzione dell'illustre prof. Guidi, su solai in cemento armato e su un elemento di diga a volte, assoggettati a carichi statici crescenti per mezzo di granate scariche.

E. P.

LIBRI E RIVISTE

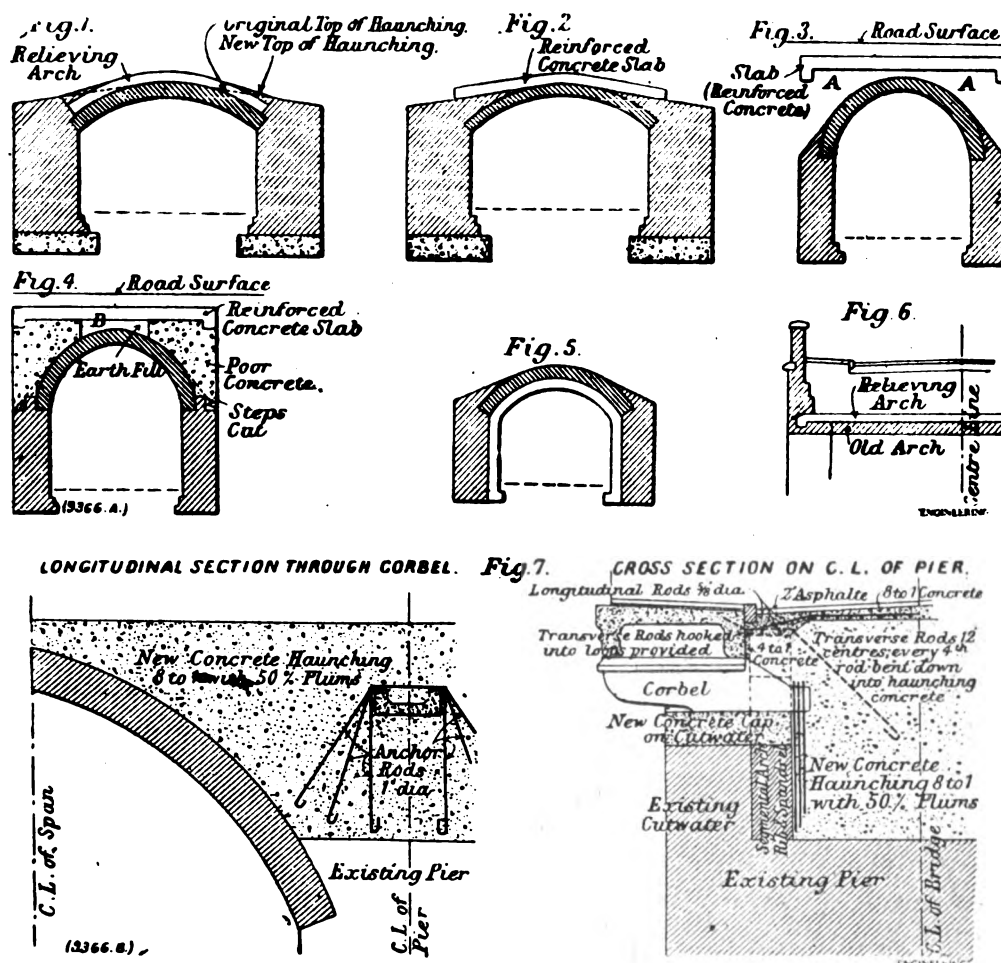
La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Il rinforzo dei ponti. (*Engineering*, 4 dicembre 1925, pag. 721).

Le crescenti esigenze del traffico per carichi d'asse e velocità; la necessità di allargare la sede stradale; l'urgenza di consolidare le strutture esistenti minate da guasti evidenti fanno nascere nella pratica, sotto forme molteplici, il problema di rinforzare i vecchi ponti.

Non è raro il caso che convenga distruggere addirittura od abbandonare le opere esistenti, costruendone altre del tutto nuove; ma, prima di adottare soluzioni così estreme, è necessaria un'analisi minuziosa dei diversi lati della questione portando in conto, nei loro riflessi economici, quegli elementi che potrebbero apparire a prima vista secondari, quali, ad esempio, la sollecitudine del lavoro e la soggezione dell'esercizio.

In tale esame occorre aver presenti i vari mezzi ed espedienti adottabili per il rafforzamento; e ci sembra perciò opportuno segnalare un articolo che, pur senza esaurire la questione —

la quale, sopratutto per i ponti metallici, ha già avuto vaste trattazioni (1) — tende a riassumere sistematicamente alcuni casi di maggiore importanza.

L'articolo è dovuto ai due ingegneri inglesi Mitchell e Chettoe e, sebbene non si occupi in modo particolare delle esigenze ferroviarie, non per questo presenta meno interesse. È diviso in tante parti quanti sono i tipi di ponti presi in considerazione:

1° Ponti ad arco in muratura;

2° Ponti in ferro od acciaio;

3° Ponti di ghisa;

4° Ponti sospesi;

5° Ponti in cemento armato.

Noi non possiamo seguire gli AA. in tutta la trattazione; ci limiteremo ad illustrare brevemente le figure riportate dal testo, e che riguardano unicamente i ponti ad arco in muratura.

Figura 1: Rinforzo di un ponte a semplice arco mediante la costruzione di un arco di scarico in cemento armato. Tale arco deve avere un buon appoggio sulle spalle esistenti.

Figura 2: Quando le spalle non sono sufficientemente resistenti, e un arco di scarico deve essere, per così dire, costruito senza imposte, esso funziona come una semplice soletta eccetto per l'attrito con il vecchio arco. Tale condizione di cose, come si vede, è poco favorevole.

(1) Vedi gli atti del Congresso Internazionale delle Ferrovie tenutosi a Berna nel 1910.

Un metodo adottato dove non si desidera di aumentare le sollecitazioni sulle spalle è indicato nella fig. 3. Se il materiale AA tra la soletta e l'arco è consolidato in modo da risultare praticamente rigido come la soletta stessa, si ha l'effetto di una grande concentrazione di carico e di un aumento di momento flettente sulla chiave della volta; si deve perciò tener ben presente che il metodo ha i suoi pericoli. Appare preferibile sistemare l'insieme come è indicato nella fig. 4, eseguendo gettate in calcestruzzo, sotto le parti estreme della soletta e lasciando nella parte centrale B un ordinario riempimento di terra (1).

Fig. 5. Quando non ha importanza la limitazione della sezione libera al disotto del manufatto, si può costruire un arco sotto la vecchia costruzione, ingrossando in corrispondenza le spalle. Tale sistema ha l'inconveniente, però, che è difficile assicurare il necessario collegamento tra la vecchia e la nuova muratura; sicchè potrebbe darsi che l'intero carico venisse sopportato, malgrado la presenza del nuovo arco, dall'arco preesistente.

Fig. 6. Una modalità molto opportuna per l'efficacia dell'arco di scarico è di demolire i vecchi muri di testa, incastrare bene il nuovo nel vecchio arco e ricostruire quindi i muri stessi.

Fig. 7. Trattandosi di ponti a più arcate, si possono rinforzare con grandi getti in *béton* sopra gli estradossi e sopra l'esistente muratura delle pile: in corrispondenza di queste con opportune armature il getto diviene una struttura di cemento armato vera e propria che può anche servire per l'ancoraggio di mensole portanti marciapiedi.

Fig. 8. Alcuni ponti sono costruiti anzichè con riempimento, compreso tra i due muri di testa, con una serie di muri paralleli a quelli di testa riuniti tra loro solo in cima da lastroni portanti la sede stradale. Tali ponti non si possono rinforzare che demolendo i muri interni, costruendo un arco di scarico, rinforzando i muri di testa, e riempiendo i vuoti, come nei ponti di costruzione normale.

Fig. 9. Costruzione di tiranti, costituiti da vecchie rotaie saldamente ancorate alle spalle, in modo da opporsi a uno sbandamento di queste.

Fig. 10. In caso di archi ribassati, sempre per rinforzare le spalle, si possono costruire, sotto i marciapiedi, tiranti in cemento armato, posti al disopra dell'arco. Le due estremità di detti tiranti vengono riunite da travi, pure in cemento armato.

(1) Assimilabile a quello della fig. 4 è il dispositivo realizzato nel rinforzo provvisorio di ponti con archi lesionati a sostegno del binario: al posto della soletta, *fasci di rotaie;* al posto delle basi estreme di calcestruzzo, *cataste di traverse.* Come parte di arco impegnato, da ogni lato dall'appoggio di dette cataste, si può ritenere, purchè in buono stato, quella che si ammette d'ordinario, nelle verifiche di resistenza, faccia parte delle imposte.

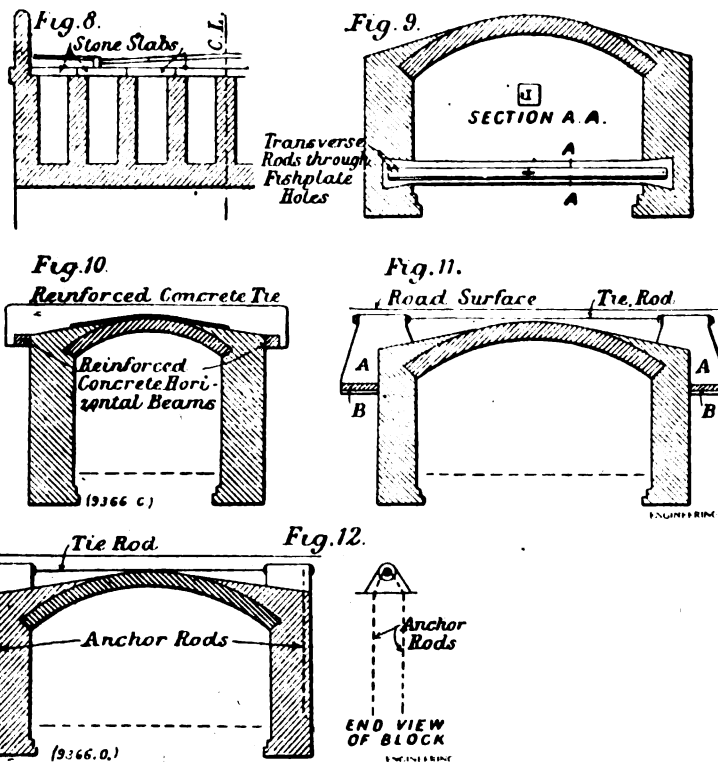



Fig. 11. Quando la carreggiata è di notevole larghezza, oltre ai tiranti sotto i marciapiedi, si possono costruire sotto la carreggiata blocchi di calcestruzzo armato *AA*, riuniti tra loro da tiranti in acciaio, posti sopra l'arco. I blocchi vengono portati a sbalzo rispetto alla faccia tergale delle spalle mediante mensole in cemento armato *BB*.

Fig. 12. Analoga costruzione, in cui però i blocchi sono ancorati mediante tiranti in acciaio annegati in fori praticati dall'alto in basso nelle spalle.

(B. S.) **I cuscinetti di caoutchouc.** (*La Technique Moderne*, 1° giugno 1926, pag. 346).

Il tipo di cuscinetto di caoutchouc recentemente adottato serve a sostituire vantaggiosamente i cuscinetti metallici, nei casi in cui questi, dovendo funzionare in un mezzo liquido (acqua, acidi, soluzioni saline, sabbia sospesa in acqua, ecc.), non potrebbero ricevere la necessaria lubrificazione. Il caoutchouc adoperato è del tipo speciale, chiamato *olivite*, che ha composizione analoga a quella dei pneumatici di automobili: è di aspetto nerastro ed elastico.

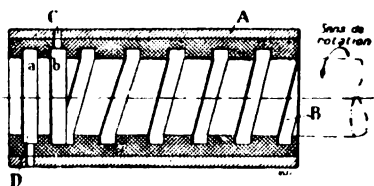



Fig. 1.

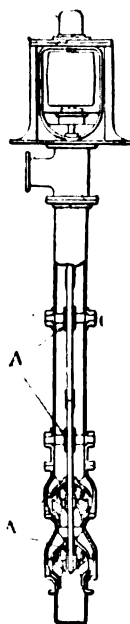
Il cuscinetto viene costruito come è indicato nella fig. 1. *A* rappresenta un cilindro, che può essere di bronzo, ghisa, acciaio o ebanite, a seconda del liquido nel quale deve funzionare il cuscinetto. La superficie interna del cilindro è striata, con un filetto di vite a piccolo passo; nell'interno di tale cilindro viene situata l'olivite, in forma di tubo elastico, che poi viene tagliato a lunghezza. Dopo di ciò si vulcanizza il caoutchouc in posto, ciò che ne assicura l'aderenza contro la parete; vi è finalmente l'operazione delicata dell'alesaggio e della rettificazione dell'alesaggio stesso. Finalmente, nell'interno del cilindro di olivite, si pratica la scanalatura elicoidale *B*, la quale serve a un doppio scopo: 1° assicura la lubrificazione, permettendo al liquido di penetrare tra l'albero e il cuscinetto, ciò che altrimenti non si verificherebbe, a causa della notevole elasticità dell'olivite; 2° se il cuscinetto lavora in acqua insabbiata, fa sì che i grani di sabbia, vengano trasportati dal liquido nell'elica, senza fermarsi a rigare l'albero.

I modi di adattare tale scanalatura a seconda dei casi sono i seguenti: quando il cuscinetto è interamente immerso nel liquido, l'elica sbocca alle due estremità, e il liquido viene trascinato dalla semplice rotazione dell'albero. Per le pompe rotative si utilizza invece un dispositivo speciale: l'elica sbocca dal lato aspirazione; si dispone un arrivo di acqua sotto pressione, indicato in figura con *C*; la lubrificazione viene perciò fatta mediante acqua sotto pressione, la quale circola non solo per la propria pressione, ma anche per la rotazione dell'albero. Il cuscinetto può essere, in tale caso, adattato anche in modo da servire da premistoppa: lo si allunga perciò leggermente e si pratica una camera circolare munita di uno scarico. di modo che l'acqua trapela leggermente lungo la parte *ab* del cuscinetto, assicurando una tenuta perfetta ed è eliminata attraverso lo scarico situato nella parte inferiore.

Fig. 2.

Diamo qui di seguito alcuni impoitanti dati fisici e meccanici riguardanti l'olivite:

Coefficiente d'attrito: 0,01.

Carico di rottura alla compressione: da 10 a 12 kg.-mmq.

Limiti di temperatura di utilizzazione: da 40 a 90° C.

Compressione sotto carico unitario di:

1,5 ÷ 2 kg.-cmq.: da 25 a 30 centesimi di mm.

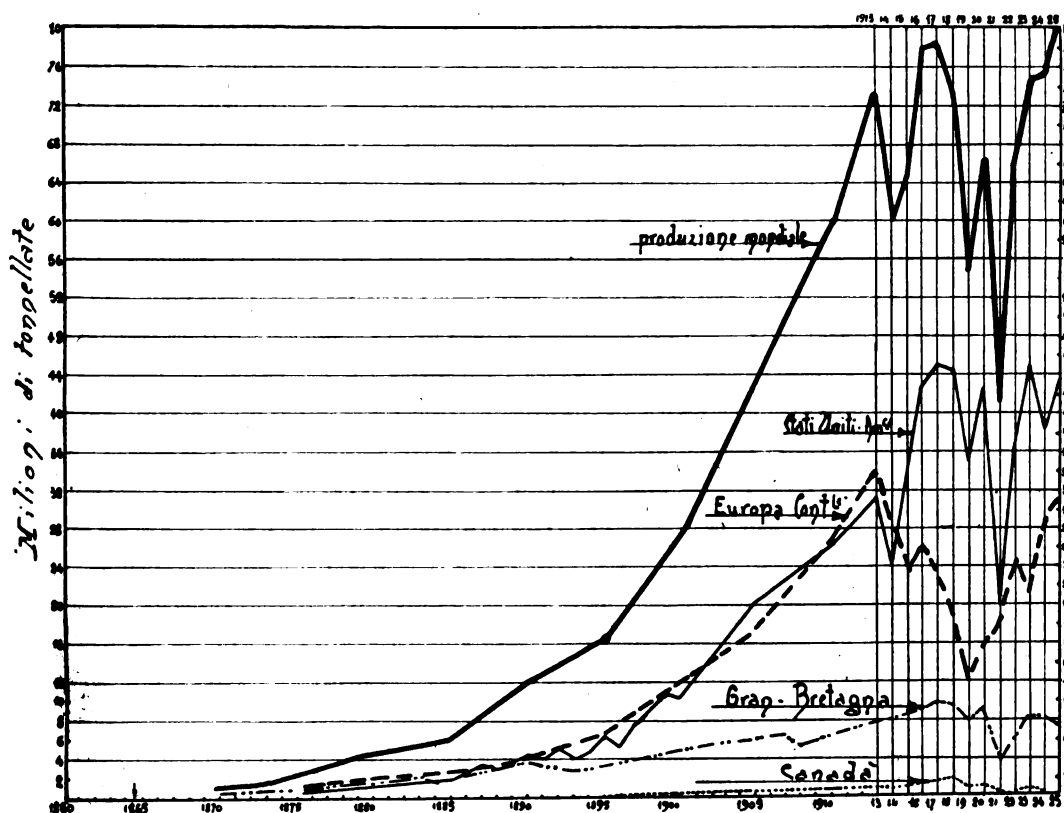
5 kg.-cmq.: 5 decimi di mm.

10 kg.-cmq.: 8 decimi di mm.

12 kg.-cmq.: 1 mm.

Le applicazioni di tali cuscinetti sono numerose; specialmente nelle pompe situate in pozzi profondi, e per tutte le pompe o turbine verticali; nelle pompe orizzontali adibite a liquidi che non attacchino il cautchouc; nelle pompe per sabbia e fango; in quelle per acidi e soluzioni saline, per liquidi caldi (di temperatura però non superiore a 90° circa); nelle macchine per fabbricazione di carta; nelle turbine idrauliche, nelle draghe succhianti; negli alberi di navi e di canotti. La fig. 2 mostra l'applicazione di cuscinetti di olivite (contrassegnati con A) in una pompa per pozzi profondi.

(B. S.) Il passato ed il futuro dell'industria dell'acciaio (1). (*The Engineer*, 4 giugno 1926, pag. 574).

L'articolo riporta il testo del discorso inaugurale tenuto dal presidente dell'Istituto Britannico dell'acciaio e del ferro, Sir William Peter Rylands, nella riunione del 3 giugno scorso. Non possiamo, per brevità, riportare per esteso l'interessante comunicazione; ma riteniamo sufficiente

pubblicare l'unito diagramma, che indica, in milioni di tonnellate inglesi, la produzione mondiale dell'acciaio e, partitamente, degli Stati Uniti d'America, del Canadà, dell'Europa continentale e della Gran Bretagna, durante il periodo che va dall'anno 1870 al 1925 compreso.

Come si vede, la produzione dell'acciaio fu quasi insignificante fino a circa 40 anni fa, cioè all'anno 1885, che può giustamente considerarsi come l'inizio dell'*età dell'acciaio*. Un'altra osservazione è dato fare; e cioè che la proporzione di aumento annuale della produzione mondiale è stata prima della guerra sensibilmente costante per lunghi periodi. Dal 1913 si sono verificate notevoli fluttuazioni dovute alla guerra e al dopo guerra; sicchè si può dire che, se non ci fosse

(1) Sullo sviluppo dell'industria siderurgica in genere vedi la recensione di uno studio del Catani publicata in questa rivista, numero doppio luglio-agosto 1919, pag. 30.

stato il conflitto, si avrebbe oggi verisimilmente una produzione mondiale di più che 100 milioni di tonnellate all'anno.

Si osservi pure la straordinaria simiglianza, anzi la quasi identità, tra le due curve degli Stati Uniti e dell'Europa continentale durante il periodo prebellico; e, invece, sempre prima del 1913, il forte distanziamento (a svantaggio della Gran Bretagna) tra la produzione di questa e quella del rimanente dell'Europa e degli Stati Uniti d'America. Su tale fatto, d'interesse eminentemente britannico, l'A. si sofferma a lungo, indagandone le cause, escogitando rimedi e facendo previsioni per l'avvenire.

(B.S.) Il trasporto di un getto di 110 tonnellate. (*Engineering*, 5 febbraio 1926, pag. 179).

Un enorme pezzo di fusione in ferro omogeneo, a forma di prisma cavo a base ottagonale, del peso di 110 tonnellate, è stato recentemente trasportato, senza alcun incidente, da Manchester alla costa nord-est in Inghilterra, a cura della London & North-Eastern Railway. Il trasporto è stato effettuato su due carri piatti a carrelli, della portata di 60 tonn. ciascuno. Detti carri portavano una trave, imperniata alle due estremità su piattaforme speciali, all'uopo costruite sui carri. Il pezzo fu infilato alla trave, e risultò così sospeso ad essa in corrispondenza dello spazio libero compreso tra i due carri.

Naturalmente vennero adottate opportune disposizioni per la marcia del treno destinato al trasporto di questo carico eccezionale.

Un nuovo acciaio americano per rotaie. (*The Iron Age*, 4 febbraio 1926).

Il manganese varia proporzionalmente al carbonio: per 0,50 a 0,60 % di carbonio si deve avere 1,50 % di manganese; quando il carbonio si abbassa a 0,30 %, il manganese deve elevarsi a 1,90 %.

È un acciaio che non richiede alcun trattamento termico.

Come è risultato da un esperimento prolungato di alcuni anni, questo metallo farebbe conseguire i notevoli vantaggi di diminuire le fessure trasversali e le rotture, ridurre il logoramento ed aumentare, quindi, la durata in servizio, pur permettendo una facile laminazione.

(B.S.) I carri di grande portata a scarico automatico. (*La Technique Moderne*, 15 aprile 1926).

L'economia nelle spese d'esercizio realizzata con l'uso dei carri di grande portata è tale che il loro costo viene ammortizzato in un anno.

Questi carri sono adoperati negli Stati Uniti su vasta scala, anzi in una maniera quasi esclusiva, per il trasporto dei minerali e dei carboni ed anche del grano. Il loro uso è già molto sviluppato in Francia e si sviluppa sempre più in Germania, dove si adotta l'unità di 50 tonn. di portata.

In America si arriva a 80 e 110 tonn. per carri muniti di porte manovrabili con l'aria compressa dei freni, in modo che tutte le porte possano essere manovrate dalla locomotiva.

ERRATA-CORRIGE del fascicolo 15 giugno 1926

Pag. 289 – in nota, all'ultima linea, al posto di « ponibili », leggi « disponibili ».
Pag. 291 – linea 21ª, al posto di « 99.000 », leggi « 99.000.000 ».
Pag. 291 – in nota, alla penultima linea, al posto di « Congresso Internazionale » leggi « Congresso Internazionale della Stampa Tecnica ».
Pag. 292 – al secondo titolo, sopprimi la parte « e IX ».

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

(3188) Roma – Grafia, S. A. I. Industrie Grafiche, via Ennio Quirino Visconti, 13 A

"ANSALDO"
SOC. ANONIMA Sede in Genova
CAPITALE L. 200.000.000 INT. VERS
STABILIMENTI MECCANICI
SAMPIERDARENA

ANNO XV – VOL. XXX – N. 2. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 AGOSTO 1926.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) Dollari 4½. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"

ROMA (20) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Anno XV. - Vol. XXX. 15 agosto 1926 - N.2

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

I nuovi locomotori elettrici trifasi GR.E-472 a frequenza industriale

(Redatto dall'Ing. SAVOIA per incarico del Servizio Materiale e Trazione)

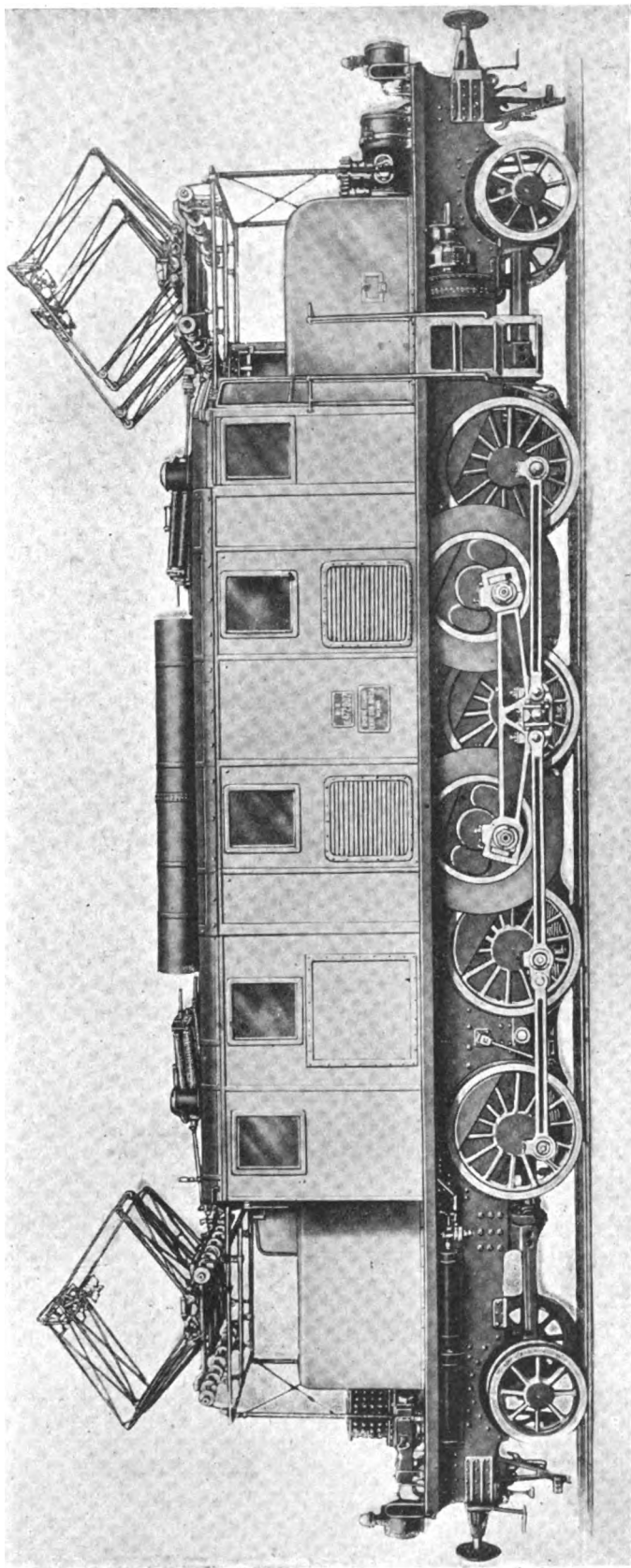
(Vedi Tavole V a VIII fuori testo)

Uno degli appunti principali che vengono fatti alla trazione elettrica trifase a 16,7 periodi, adottata su vasta scala nell'elettrificazione delle linee delle Ferrovie dello Stato Italiane, riguarda il valore speciale della frequenza impiegata che rende necessaria la costruzione di impianti appositi per la produzione e la trasmissione dell'energia.

Tale valore era stato consigliato specialmente dalla necessità di mantenere entro limiti moderati le cadute di tensione dovute all'induttanza senza essere costretti a costruire sottostazioni d'alimentazione troppo numerose, mentre d'altra parte non si era ritenuto prudente adottare tensioni superiori ai 3000 Volt quando furono decise le prime elettrificazioni col sistema trifase.

L'esperienza fatta con queste aveva però dimostrato che tale limite di tensione può essere anche notevolmente superato, per cui è possibile compensare con un aumento di tensione, cioè con una diminuzione delle correnti in gioco, l'aumento di impedenza delle linee derivante dall'aumento della frequenza. L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha quindi ritenuto opportuno di effettuare sulla linea Roma-Tivoli-Sulmona un esperimento di trazione trifase alla frequenza di 45 periodi al 1'' allo scopo di vedere se tale soluzione, che nelle attuali condizioni non presenta, almeno a priori, difficoltà tecniche proibitive e che, d'altra parte, avrebbe delle prospettive attraenti, sia riguardo al costo unitario dell'energia, sia riguardo alla maggior garanzia derivante dalla possibilità di collegarsi a diverse reti di distribuzione, risulti nel complesso più conveniente del sistema a bassa frequenza. Il tronco Roma-Tivoli fu compreso nel quarto gruppo di linee di cui si deliberava la elettrificazione col Decreto-Legge del 2 maggio 1920; successivamente nel 1923 fu deciso di estendere l'esperimento a tutto il tratto Roma-Sulmona.

Recentemente è stato consegnato dalla Ditta Ernesto Breda di Milano il primo dei 10 locomotori ad essa ordinati per tale esperimento, che costituiscono il nuovo gruppo E-472. Si tratta di una macchina del tipo 1-D-1, del peso complessivo di circa 94,4 tonnellate con schema di rodiggio analogo a quello del gr. 431 già da qualche tempo in servizio, munita di due motori di trazione che possono funzionare ad 8 oppure a 12 poli, i quali, in conseguenza, quando sono alimentati colla frequenza normale e sono colle-

gati in parallelo, hanno una velocità angolare notevole (675 giri al sincronismo ad otto poli). La trasmissione del movimento dai motori alle ruote non ha quindi luogo con rapporto uguale ad uno come in tutti gli altri nostri locomotori trifasi, ma avviene con una riduzione ad ingranaggi nel rapporto da 2,25 ad 1. A tale scopo ciascun motore mediante due pignoni e due ruote dentate comanda un albero ausiliario; i due alberi ausiliari, col solito biellismo in uso sulla massima parte dei nostri locomotori (bielle triangolari e bielle di accoppiamento), comandano i quattro assi accoppiati. Questi ultimi, a cerchioni nuovi, hanno il diametro di 1360 mm., sicchè coi motori ad otto poli in parallelo la velocità del locomotore risulta di 75 km-ora; collegando invece i motori ad otto poli in cascata si ha la velocità di 37,5 km., ed infine commutando i motori a dodici poli e collegandoli in parallelo la velocità risulta di 50 km. I motori di trazione non

sono alimentati direttamente dalla linea di contatto, ma dal secondario di un trasformatore trifase della potenza oraria di 2250 KVA, il quale ha il suo avvolgimento primario collegato colla linea e colla nota commutazione stella-triangolo può funzionare, sia con una tensione primaria di 10000 Volt, sia di $\frac{10000}{\sqrt{3}}$ cioè circa 5800 Volt. L'avvolgimento secondario invece può essere connesso a triangolo oppure a due stelle in parallelo, fornendo rispettivamente le tensioni di 1840 e di 1600 Volt; questa ultima viene utilizzata per l'alimentazione dei motori quando sono in parallelo, mentre la tensione maggiore serve per alimentare il motore primario nel funzionamento in cascata, ottenendosi così a tutte le velocità soddisfacenti valori della coppia motrice.

Gli statori dei motori sono trifasi a tutte le velocità e ciascuno di essi è munito di uno speciale commutatore a comando elettropneumatico che collega le fasi a triangolo per 12 poli ed a doppia stella per otto poli; i rotori sono bifasi a 12 poli ed esafasi ad otto poli, la loro commutazione avviene spontaneamente in conseguenza del cambiamento di polarità dello statore.

La potenza complessiva dei motori è di circa 1350, 1850 e 1950 Kw. rispettivamente alla velocità di 37,5, 50 e 75 km., e gli sforzi di trazione corrispondenti misurati ai cerchioni del locomotore sono di 12000, 12000 ed 8500 kg.

Il reostato di avviamento, progettato dall'Ufficio Studi delle FF. SS., è a liquido e funziona con soluzione diluita di soda che può essere raffreddata mediante circolazione in apparecchio evaporatore a cascata.

Il locomotore è del tipo a cassa centrale con avancorpi alle due estremità; nella cassa centrale, in apposita cabina apribile soltanto a trolley abbassati, sono situati gli interruttori principali e dei servizi ausiliari, dei motori, ecc.; nei due avancorpi si hanno il trasformatore per i motori, i due trasformatori per i servizi ausiliari, i compressori d'aria e il reostato d'avviamento. Tutte le apparecchiature di comando sono bloccate elettricamente in modo da evitare false manovre.

Il locomotore può essere alimentato anche alla frequenza di 16,7 periodi, riducendo nella stessa proporzione la tensione; esso può quindi circolare sulle linee elettrificate a tale frequenza, le quali hanno una tensione normale d'esercizio di 3700 Volt. Anche in tali condizioni le coppie motrici conservano il loro valore, le velocità di regime risultano però proporzionalmente ridotte; tale funzionamento è quindi previsto soltanto per poter circolare nelle stazioni elettrificate a 16,7 periodi eventualmente adiacenti a linee elettrificate a 45 periodi, tanto più che la riduzione di frequenza, sebbene in parte compensata commutando gli avvolgimenti degli statori dei motori ausiliari in modo da ridurre a metà il numero dei poli, influisce sensibilmente sull'efficacia di tutti gli apparecchi ausiliari (compressori, ventilatori, pompe, ecc.).

Il trasformatore dei motori è del tipo in olio, con circolazione forzata di quest'ultimo in serpentini refrigeranti disposti su uno degli avancorpi ed investiti dall'aria durante il moto.

Non essendo ancora ultimati gli impianti fissi della Roma-Sulmona ed interessando avere subito qualche elemento positivo per un giudizio sul comportamento in servizio di questo nuovo tipo di locomotore, si sono effettuate nell'aprile dello scorso anno alcune prove preliminari (1) sul tronco Salbertrand-Bardonecchia della linea del Cenisio, tronco che ha

(1) Vedi questa Rivista, novembre 1925, pagg. 191-199.

caratteristiche altimetriche e planimetriche paragonabili a quelle della Roma-Sulmona e può essere facilmente alimentata a 50 periodi e 6600 Volt dalla centrale di Bardonecchia delle FF. SS. In tale centrale esistono infatti degli alternatori a frequenza industriale ed altri a doppia frequenza che servono per gli scambi di energia fra le FF. SS. e gli impianti idroelettrici del Comune di Torino; d'altra parte sulle linee di contatto trifasi a 16,7 periodi si può aumentare la tensione di alimentazione dal valore normale di 3700 Volt a 6600 senza alcun inconveniente, dato l'abbondante isolamento.

Le prove, che avevano per scopo di controllare praticamente la corrispondenza del trasformatore principale e dei motori di trazione alle prescrizioni di capitolato e la capacità termica del reostato, consistettero in una serie di 10 avviamenti consecutivi di un treno del peso di 307 tonn. sulla salita del 15 per mille tra Oulx e Beaulard dal riposo fino alla velocità di 50 km.-ora, effettuata il 7 aprile ed in una serie di corse fra Bardonecchia e Salbertrand e viceversa per sei ore consecutive con un treno di 250 tonn. effettuate l'8 aprile, entrambe con esito soddisfacente sotto ogni riguardo.

Il locomotore è stato esposto alla mostra internazionale del Carbone Bianco e del Turismo di Grenoble (1), dove, insieme ad altri due locomotori delle FF. SS. a bassa frequenza ed a una sottostazione ambulante di trasformazione, ha fatto onore sia all'industria elettromeccanica nazionale, sia alla nostra Amministrazione ferroviaria, la quale, non paga dei brillanti risultati ottenuti col sistema trifase a bassa frequenza, tenta nuove vie finora non battute da altri, destando l'ammirazione di altre Nazioni, costrette a riconoscere i nostri successi in questa che va diventando una delle più importanti applicazioni della elettricità.

Sessione di Basilea della conferenza mondiale dell'energia

La Sessione speciale che avrà luogo a Basilea nel prossimo settembre tratterà i seguenti argomenti:

a) Sfruttamento delle forze idrauliche e navigazione interna.

b) Scambio d'energia elettrica tra paesi.

c) Rapporti d'ordine economico fra l'energia elettrica d'origine idraulica e l'energia elettrica d'origine termica.

d) Applicazione dell'elettricità all'agricoltura.

e) Elettrificazione delle ferrovie.

La limitazione del programma tecnico permetterà di trattare a fondo e dettagliatamente ogni argomento previsto.

Ogni paese è stato invitato a presentare una relazione su ognuno dei cinque argomenti in discussione. Le relazioni non saranno trasmesse alla Conferenza se non dopo il parere favorevole del Comitato nazionale del Paese interessato e del Comitato nazionale svizzero.

Per facilitare la discussione e per ottenere un rapido orientamento sull'insieme dei temi trattati, ad alcuni relatori svizzeri è stato affidato l'incarico di riassumere tutte le relazioni che trattino il medesimo argomento.

Queste « relazioni generali » saranno stampate in tre lingue e pubblicate prima della Conferenza.

L'invito del Comitato Nazionale di partecipare alla Conferenza mondiale dell'energia a Basilea è stato calorosamente accolto: attualmente 32 Stati hanno annunciato l'invio del loro delegato ufficiale.

Il Dipartimento politico federale ha invitato, da sua parte, i governi esteri a partecipare alla Sessione speciale di Basilea. Anche questo invito è stato accettato da numerosi Stati. In tutto si attendono a Basilea circa 500 delegati e rappresentanti ufficiali degli Stati.

(1) Vedi questa Rivista, novembre 1925, pag. 208.

Del funzionamento delle Centrali termiche per lavaggio e riempimento delle caldaie delle locomotive nei depositi delle Ferrovie dello Stato

(Redatto dall'ing. RAOUL CASSINIS per incarico del Servizio Materiale e Trazione)

La *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane* si occupò diffusamente delle Centrali Termiche per lavaggio e riempimento delle caldaie di locomotive e per quanto riguarda la descrizione particolareggiata di tali impianti si fa riferimento agli articoli del signor ing. Vodret del Servizio Lavori (1).

Scopo della presente è di esporre i risultati di esercizio e di fissare in modo più rigoroso le economie ottenute.

Si ritiene in primo tempo utile rammentare brevemente gli scopi che gli impianti del genere si promettono di raggiungere.

È noto come le Ferrovie dello Stato abbiano studiato e adottato impianti di utilizzazione dell'acqua e vapore di scarico delle caldaie per i lavaggi a caldo e per riscaldamento dell'acqua di riempimento delle locomotive.

Tali impianti furono studiati in modo che l'acqua e il vapore di scarico, dopo aver ceduto parte delle calorie ed essere passati attraverso un filtro, sono raccolti in una vasca ad una temperatura di circa 50°, utile per eseguire i lavaggi, mentre l'acqua fredda proveniente dal Rifornitore e portata alla temperatura di circa 90° si raccoglie in un'altra vasca ed è utilizzata per i riempimenti.

Il risultato dello studio di tale ricupero fu l'adozione di impianti che vennero denominati « Centrali Termiche per lavaggi e riempimenti ».

La prima fu costruita nel 1912 nel deposito locomotive di Torino Smistamento e fu chiamata « Sperimentale ». Essa non doveva solo provvedere ai lavaggi a 50° ed ai riempimenti a 90°, ma era dotata anche di una caldaia tipo « Büttner », di un surriscaldatore e di una conduttura estesa a tutta la rimessa, per fornire acqua a circa 12 kg-cm² e alla temperatura di 180° per i riempimenti delle locomotive allo scopo di risparmiare il combustibile dell'accensione, e accelerare la messa in pressione.

L'impianto doveva provvedere in poche ore a tutte le operazioni inerenti alle locomotive dal momento dello spegnimento del fuoco a quello della successiva riaccensione e prevedeva, in caso di servizio intenso, l'attuazione di turni tipo americano pel maggiore sfruttamento possibile dei mezzi di trazione.

Però, dopo le esperienze eseguite, il riempimento a 180° fu abbandonato per varie ragioni di esercizio ed anche perchè il « surriscaldatore » non corrispondeva allo scopo, non permettendo una vera e propria circolazione di vapore e dando luogo a forte consumo senza raggiungere il risultato voluto.

Le Centrali furono allora modificate e rese adatte solo per il ricupero delle calorie citate e quindi per i lavaggi a 50° e i riempimenti a 90°.

A tale concetto rispondono le Centrali dei depositi di Roma S. Lorenzo, Milano Lambrate e Mestre.

(1) Vedi numero di agosto 1914, pag. 69, e numero di marzo 1922, pag. 65.

* * *

La Centrale di Roma S. Lorenzo ha i macchinari e i mezzi d'opera di quella che prima della guerra era stata impiantata a Mestre e che dopo Caporetto si ritenne conveniente smontare. Non ha i motori elettrici direttamente accoppiati alle pompe ed ha le vasche di minor capacità delle altre due. A Mestre ne fu impiantata un'altra e questa, insieme a quella di Lambrate, sono perfezionate in ogni particolare e rispondono pienamente allo scopo.

I più numerosi risultati di esercizio si hanno dal primo impianto che ha un periodo più lungo di funzionamento e dei dati di esso si occupano questi appunti.

Quanto si riferisce vale per estensione anche per le Centrali di Mestre e Lambrate. Per quest'ultima si prevede che il funzionamento darà maggiori vantaggi quando la dotazione locomotive del deposito sarà quella che l'impianto permette e per la quale la Centrale fu studiata.

Gli esperimenti eseguiti a Roma S. Lorenzo sono stati rivolti in primo luogo a stabilire il rendimento degli scarichi delle locomotive prendendo le condizioni migliori per vuotare le caldaie in un tempo massimo di 40 minuti, senza che avessero a soffrirne i forni e stabilendo la pressione da 3 a 4 km/cm². e un'altezza d'acqua nel livello non superiore a 10 cm.

Si sono presi in periodi differenti, saltuari qualsiasi, i seguenti dati: Pressione delle locomotive da scaricarsi, quantità d'acqua e di vapore contenuta in ogni caldaia, volume e temperatura nelle due vasche dei lavaggi e dei riempimenti prima degli scarichi, volume e temperatura nelle due vasche dopo gli scarichi.

Il numero delle calorie in possesso dell'acqua e vapore di scarico all'inizio dell'operazione, in relazione alle calorie acquistate dalle due vasche alla fine dell'operazione, dava il mezzo facile per dedurre il rendimento degli scarichi ed è evidente che quanto più si poteva ottenere di migliorare tale rendimento, tanta maggiore utilità dava l'impianto, essenzialmente fondato sul ricupero di quelle calorie.

Per rendere migliore il ricupero si devono evitare, per quanto possibile, le perdite dagli attacchi dei tubi flessibili, dalle valvole di scarico delle caldaie e dalle prese in rimessa e ottenere che il materiale coibente, di cui sono rivestiti i tubi che portano l'acqua ai riscaldatori in Centrale, non subisca alterazioni nè guasti.

SCARICHI	Press. di scarico Kg./cm.²	Tempo impiegato minuti	Cm. acqua nel livello	Acqua nella vasca dei lavaggi		Temp. vasca lavaggi		Acqua vasca riempimenti		Temp. vasca riempimenti		Calorie acquistate			Calorie in possesso delle loc. rispetto temperatura ambiente	Rendimento scarichi
				prima m.³	dopo m.³	prima	dopo	prima m³	dopo m³	prima	dopo	Vasca lavaggi	Vasca riempimenti	Totale		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
680.061	4	44′	25	4.415	10.042	15°	87°	9.009	17.675	15°	87°	305.329	518.840	824.169	883.145	0.92
{ 680.060 { 685.036	5 1/2 5	70′	6 10	4.711	14.977	25°	48°	16.390	24.297	35°	67°	457.121	1.054.249	1.511.370	776.480 882.316 } 1.658 796	0.91
{ 685.031 { 685.028	3 1/2 4 1/2	45′	14 10	7.575	13.000	36°	60°	9.691	16.500	55°	75°	507.300	704.495	1.311.795	809.159 856.051 } 1.665 210	0.78
685.094	1 1/2	30′	1	15.000	19.000	30°	35°	16.000	19.000	30°	42°	215.000	318.000	533.000	717.540	0.74
875.045	2	35′	4	19.000	21.000	35°	38°	19.000	20.582	42°	48°	133.000	189.936	322.936	331.730	0.97
670.098	1	44′	10	16.000	19.000	36°	43°	24.000	26.000	45°	52°	241.000	272.000	513.000	617.000	0.83
680.063	3	45′	20	19.000	23.000	40°	51°	21.000	23.000	44°	60°	413.000	456.000	869.000	892.000	0.97

Il precedente specchietto dà il riassunto di alcune esperienze e dà anche per ogni scarico il rendimento ottenuto.

I dati di cui la colonna 16 sono stati ricavati calcolando l'esatta quantità d'acqua e di vapore contenuta nelle caldaie in relazione all'altezza d'acqua nel livello e calcolando il salto di temperatura da quella corrispondente alla pressione di inizio dello scarico a quella ambiente di circa 15°. Così ad esempio, per la 680.061 con 25 cm. di acqua nel livello la quantità d'acqua essendo m³ 6,976 e quella di vapore m³ 1,624 ed essendo la temperatura 142° corrispondente ai 4 kg/cm². di pressione e 2,14 la densità del vapore, le calorie sono state ricavate dalla formula:

$$6,976\ (142^\circ - 15^\circ) + 1,624 \times 2,14\ (606,5 + 0,305 \times 142^\circ - 15^\circ).$$

I valori dei rendimenti di cui la colonna 17 sono stati in taluni casi bassi per il manifestarsi improvviso di qualche perdita in rimessa; ma la pratica ha dimostrato che col razionale succedersi delle operazioni ed evitando le perdite agli attacchi, si può mantenere il rendimento degli scarichi fra 0,90 e 0,95.

Successive esperienze hanno potuto stabilire che, ben disciplinando gli scarichi in relazione agli arrivi delle locomotive secondo i turni di servizio, si potrebbero lavare con acqua a 50° e riempire con acqua a 90° una media di 20 locomotive al giorno dei differenti gruppi.

Ciò si potrebbe ottenere con lo scarico dell'acqua e vapore di un numero uguale di locomotive alla pressione media di 3 kg/cm²., con 10 cm. d'acqua nel livello e con rendimento degli scarichi del 0,9.

Però tali risultati non si poterono raggiungere con la continuità desiderata. Appena messa in efficienza, la Centrale di Roma S. Lorenzo non fu sfruttata subito per quanto poteva rendere per difficoltà di esercizio del Deposito, essendosi creduto conveniente dividere le due rimesse seguendo il concetto che dovessero funzionare come due depositi separati: la rimessa A per il servizio viaggiatori, la rimessa B per il servizio merci. Le locomotive che si lavavano nella rimessa B non potevano prima scaricare l'acqua e il vapore in Centrale e venivano lavate con acqua fredda utilizzando un impianto, annesso alla Centrale, di invio di acqua fredda in pressione alle due rimesse. Abolita poi la suddivisione all'inizio del periodo di completa regolarità dell'esercizio ferroviario, dopo la fine del 1922, tutti gli scarichi ed i lavaggi si fecero a mezzo della Centrale, ma intervennero delle circostanze a limitarne il funzionamento per alcuni periodi di tempo, dovute alla qualità delle acque in uso alla capitale:

1° Necessità di tenere inutilizzati uno per volta i riscaldatori per pulire i tubi interni che si erano ostruiti;

2° Necessità di pulire le vasche per i depositi formatisi;

3° Necessità di pulire il filtro;

4° Inutilizzazione della vasca dei lavaggi per rottura dei tubi della serpentina e sostituzione di volta in volta dei tubi avariati;

5° Inutilizzazione di parte delle condotte di scarico, di lavaggio e riempimento in rimessa per avarie ai tubi.

Ciò nonostante, per un periodo di 17 mesi, dal *giugno* 1923 alla fine di *ottobre* 1924, si sono potute scaricare una media di 18 locomotive al giorno lavandone e riempiendone altrettante, ottenendo nella vasca dei lavaggi una media di 45° e in quella dei riempimenti una media di 70°.

Il risparmio di combustibile che dette allora la Centrale, in confronto al risultato che si sarebbe ottenuto se le stesse operazioni fossero state fatte con acqua riscaldata a parte, risulta dal quadro seguente:

Locomotive da lavare e da riempire Gr°	Numero delle locomotive al giorno	M³ d'acqua a 45° per i lavaggi	Calorie per innalzare la temperatura da 15° a 45°	M³ d'acqua p. i ricuperamenti 10 cm. nel livello	Calorie per innalzare la temperatura da 15° a 70°	Totale delle calorie	Carbone che sarebbe occorso
1	2	3	4	5	6	7	8
685	6	30	900.000	38.7	2.128.500	8.484.800	kg. 1270
735	6	43.2	1.296.000	45.36	2.494.800		
640	3	9	270.000	13.2	726.000		
875	2	4	120.000	5.9	324.500		
835 e 895	1	1	60.000	3	165.000		

Il dato, di cui la colonna 8, si è ottenuto supponendo di utilizzare un carbone di qualità scadente, del potere calorifico di 6700 calorie.

Devesi ora tener conto che nei depositi più importanti della Rete il lavaggio ed il riempimento delle locomotive si fa, con esito soddisfacente, a mezzo delle motopompe col quale sistema si lavano e si riempiono le locomotive con l'acqua del tender riscaldata a mezzo del vapore di scarico della caldaia all'atto dello spegnimento.

Da esperimenti eseguiti è risultato che, riscaldando l'acqua del tender a mezzo degli iniettori, col vapore di scarico delle caldaie all'atto dello spegnimento delle locomotive, nelle condizioni pratiche normali di esercizio dei depositi, si ha disponibile all'atto del lavaggio e del successivo riempimento acqua a temperatura di almeno 35° in quantità sufficiente per i lavaggi ed i riempimenti.

Il risparmio di combustibile dato dalla Centrale deve essere perciò valutato confrontando i risultati ottenuti col sistema dei lavaggi e riempimenti fatti con la Centrale con quelli che si sarebbero ottenuti adottando il sistema delle motopompe.

Per fare ciò basta rifare il calcolo delle calorie ricuperate indicate nel quadro suesposto, sostituendo alla temperatura ambiente di 15° la temperatura di 35° alla quale vengono fatti i lavaggi e i riempimenti col sistema delle motopompe.

L'economia di carbone risulta così di kg. 686.

Premesso ciò, si può riferire il complesso dei risultati dei diciassette mesi di esercizio della Centrale di Roma S. Lorenzo e rendersi conto esatto dei vantaggi che fornisce esaminando tutti i titoli di spesa e quelli di risparmio riferendosi ai comuni sistemi di lavaggi a caldo nei depositi.

Nei diciassette mesi citati non si sono mai avuti periodi totali di inattività dell'impianto. Per le ragioni più sopra elencate quando si sono dovuti pulire i riscaldatori si è fatto uso di due, tenendo il terzo inutilizzato e quando una delle vasche non si è potuta utilizzare, si è sopperito con l'altra alle varie operazioni. Si è sempre provveduto ai lavaggi ed ai riempimenti con uno dei due impianti in efficienza anche nei casi di rotture di cinghie e per interruzioni dovute ad altre riparazioni.

Nulla occorse mai fare agli interruttori e reostati automatici di inserzione dei motori elettrici. Non si è mai ricorso al funzionamento delle motopompe. Si è solo impiegato

l'impianto di invio di acqua fredda alle due rimesse, annesso alla Centrale, per lavaggi a freddo da farsi specialmente alla rimessa B per locomotive non di turno, ma fermate per riparazioni e che dovevano sostare qualche giorno in deposito.

In ogni modo, per tutti i lavaggi e riempimenti nei casi parziali di inattività, è stata sufficiente una vasca spostando opportunamente l'ora dei riempimenti, e le sospensioni parziali nei diciassette mesi sopradetti sono state valutate nella totale durata di *un mese.*

Rispetto al sistema delle motopompe si è avuto un minor impiego di acqua valutato a 50 m.^{3} al giorno e dovuto alla utilizzazione delle acque di scarico per i lavaggi.

Le medie di temperature avute nelle vasche dei lavaggi e dei riempimenti furono basse (specialmente rispetto ai 90° stabiliti per i riempimenti) e ciò fu dovuto alle ragioni elencate e al non aver potuto sfruttare sempre l'impianto al massimo.

Come risparmio di mano d'opera si è valutato a 3 manovali al giorno. Con le motopompe si adoperavano due squadre che lavoravano per dodici ore ciascuna con un totale di 24 agenti. Attualmente si adoperano due squadre per il periodo di otto ore ciascuna di 9 manovali per squadra più tre agenti addetti solo alla Centrale. Risparmio di operai non ve n'è, perchè prima se ne aveva uno per le riparazioni delle motopompe, ed ora ve n'è uno addetto esclusivamente alla Centrale.

Da questi dati di fatto è possibile trarre le economie dell'impianto nella supposizione che le spese di energia elettrica siano uguali a quelle dell'impiego delle motopompe, essendo presso a poco uguali le somme delle potenze dei motori impiegati nei due casi.

Le spese vive giornaliere per il funzionamento della Centrale si possono stabilire così:

Ammortamento del capitale d'impianto (40 anni per le opere murarie – 30 anni per le condutture – 10 anni per il macchinario, calcolate in media al 6 %) di L. 450.000	L.	120
Spese per cinghie, riparazioni alle pompe, alle condutture, ai motori e varie (1)	»	39
Spesa per la pulizia delle vasche e dei riscaldatori (due manovali per un mese dei diciassette considerati)	»	2
Totale	L.	161

Le spese vive giornaliere per i lavaggi e riempimenti con motopompe elettriche si possono stabilire così:

Ammortamento capitale di acquisto di 6 motopompe L. 54.000 (in 10 anni all'interesse medio del 6 %	L.	20
Spese di manutenzione delle motopompe	»	10
Spesa per l'acqua dei lavaggi (m.^{3} 50 al giorno a L. 0,102 al m.^{3})	»	5
Totale	L.	35

Il minor consumo di carbone valutato, come si è detto sopra, è di kg. 686 al giorno, e rappresenterebbe una minore spesa di L. 120. Tenendo però conto della sospensione di un mese sui diciassette di esercizio, tale spesa si deve ridurre di 16/17 e diviene L. 113.

(1) Vedi *Nota* in calce all'articolo.

Il vantaggio reale della Centrale Termica è dato dunque da:

Risparmio di carbone al giorno . . . . L. 113

Risparmio di 3 manovali (al netto) . . . . » 66

Totale . . . . L. 179

Detratta la differenza fra le spese occorrenti per il funzionamento della Centrale e quelle occorrenti pel funzionamento delle motopompe(161-35) . . . . . L. 126

Economia giornaliera . . . . L. 53

equivalente ad un risparmio annuo di L. 19.100 circa.

Questo è il risparmio che è risultato all'articolista, mentre il costruttore dichiara che con i 18 scarichi si dovrebbero avere le temperature costanti di 50° nella vasca dei lavaggi e di 90° in quella dei riempimenti. Il maggior risparmio di combustibile che deriverebbe è indicato nello specchio seguente:

Numero totale delle località da lavare e riempire	M³ totali di acqua per i lavaggi	Calorie p. innalzare la temperatura da 35° a 50°	M³ totali di acqua per i ricuperamenti	Calorie p. innalzare la temperatura da 35° a 90°	Totali calorie	Carbone equivalente
18	88	1 320.000	106	5.830.000	7.150 000	Kg. 1070

I kg. 1070 di carbone rappresentano una minore spesa giornaliera di L. 182. La Centrale potrebbe in tal caso dare una maggiore economia di L. 62 oltre a quella di L. 53 effettivamente realizzata e sopraindicata.

Se inoltre si adottassero, come a Milano e Mestre, gruppi con motori direttamente accoppiati alle pompe in modo da eliminare le cinghie e le spese cui danno luogo, che si sono valutate in L. 4002, come sopra si è detto, si potrebbe avere una ulteriore economia di L. 11 al giorno.

L'economia che si potrebbe perciò realizzare con una Centrale come quella di Roma-S. Lorenzo che disponesse dei perfezionamenti introdotti nelle Centrali di Milano-Lambrate e Mestre, sarebbe di:

L. 53 + 62 + 11 = L. 126 al giorno, e cioè di L. 46.000 circa all'anno.

Il rendimento quindi totale dell'impianto, rispetto a quanto teoricamente si è prefisso il costruttore è del 42 % circa. Si deve però considerare che vantaggio specifico della Centrale consiste nella migliore conservazione delle caldaie e dei forni delle locomotive per effetto dei lavaggi a caldo, che dà luogo ad un minore impiego di mano d'opera e materiali per le riparazioni.

* * *

Gli inconvenienti ai quali ha dato luogo la Centrale di Roma S. Lorenzo, eliminati, come già si disse, nelle altre di Milano Lambrate e Mestre sono:

1° non avere i motori elettrici direttamente accoppiati alle pompe con giunti elastici;

2° avere i riscaldatori con tubi troppo piccoli che si ostruiscono facilmente;

3° avere i riscaldatori posti troppo in alto rispetto al tubo di scarico delle caldaie e dover spesso impiegare la pompa per gli scarichi a zero anche quando la pressione in caldaia è superiore allo zero.

Senza tali inconvenienti è da presumersi che l'economia dell'impianto si avvicinerebbe di più a quella prevista dal costruttore.

NOTA. – I dati per la valutazione del 2° titolo delle spese vive giornaliere per il funzionamento della Centrale (V. p. 49) sono stati ricavati nel modo appresso indicato:

1° Consumo di cinghia semplice-larghezza mm. 150, lunghezza m. 9, costo di ognuna L. 321 (consumate n. 12)	L.	3852
2° Cinghie n. 1 per le pompe di circolazione	»	154
3° Riparazioni eseguite:		
una base di cemento al motore dei riempimenti	»	400
avvolgimento al motore degli scarichi	»	630
serbatoio di lamiera da mm. 2 di ferro per la capacità di m.³ 1 per l'adescamento della pompa di scarico	»	200
Alla pompa dei lavaggi:		
cambiati 3 alberi di acciaio	»	398
» 3 cuscinetti a sfere mm. 52 × 20 × 21	»	125
» 3 cuscinetti a sfere mm. 47 × 17 × 14	»	60
» 3 reggispinta doppi mm. 48 × 25 × 5	»	100
Alla pompa dei riempimenti:		
riparazioni e cambi analoghi	»	638
Alla pompa dello scarico a zero:		
riparazioni e cambi analoghi	»	373
4° Spesa approssimativa per il cambio della serpentina nella vasca dei lavaggi e il cambio della tubazione nel solo sviluppo della parte coperta della rimessa A	»	6860

Queste spese rappresentano come somma arrotondata, tenendo conto della mano d'opera, circa L. 25.000 e quindi una spesa giornaliera di circa L. 39.

La tranvia a trazione elettrica da Erba-Incino a Lecco

Con Regio Decreto n. 1255 del 27 maggio 1926 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 27 luglio c. a., n. 172), è stata approvata e resa esecutoria la convenzione stipulata il 20 maggio 1926 fra i delegati dei Ministri per i Lavori Pubblici e per le Finanze, in rappresentanza dello Stato, ed il rappresentante della « Società trazione elettrica comense Alessandro Volta », per la concessione alla Società medesima della tranvia a trazione elettrica da Erba-Incino a Lecco.

Per la ferrovia Santhià-Biella

Con Regio Decreto n. 1042 del 27 maggio 1926 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 1° luglio c. a., n. 150), è stata approvata e resa esecutoria la convenzione supplettiva stipulata l'8 maggio 1926 fra i delegati dei Ministri per i Lavori Pubblici e per le Finanze, in rappresentanza dello Stato, e il legale rappresentante della Società Anonima per la strada ferrata di Biella, a parziale modificazione della convenzione 5 agosto 1853 relativa alla concessione della ferrovia Santhià-Biella.

Influenza della permeabilità del calcestruzzo sulla conservazione dei serbatoi in cemento armato. Caso del rifornitore di Bari

(Nota redatta dall'ing. ERMANNO PALUMBO
per incarico dell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato)

Un caso interessante di fessurazioni del calcestruzzo con conseguente arrugginimento e parziale distruzione dei ferri d'armatura si è verificato nell'ultimo decennio sul piazzale della stazione di Bari, in un serbatoio d'acqua appartenente alle FF. SS. Prima di parlare dei risultati dell'esame eseguito sui campioni che si poterono raccogliere dopo l'avvenuta demolizione, crediamo utile accennare brevemente alla storia della vita del serbatoio in relazione alle condizioni ambientali, nonchè alle constatazioni fatte prima e al momento dell'abbattimento della costruzione.

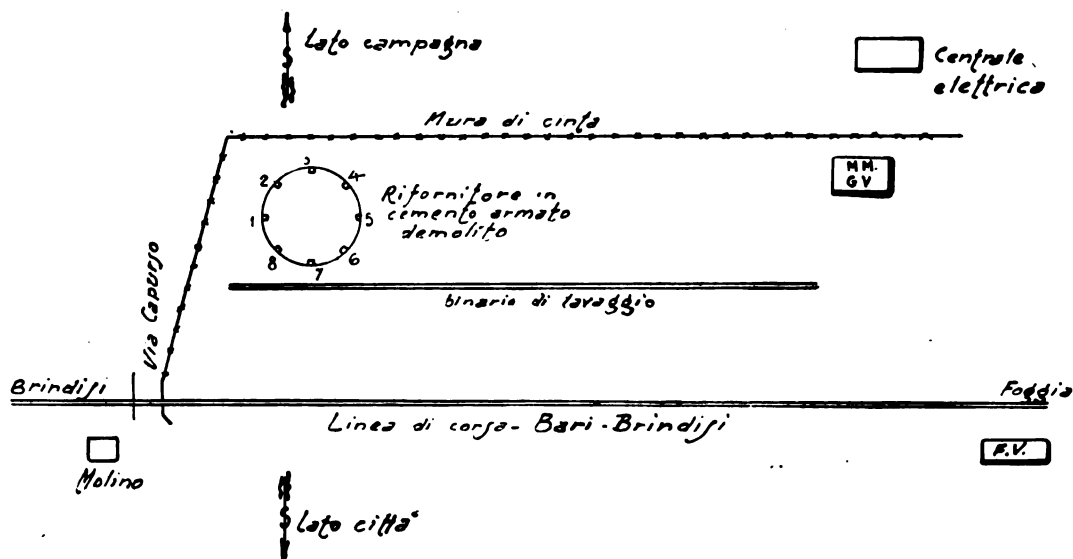



Fig. 1. — Bari – Serbatoio in Cemento armato – Distanza fra centrale elettrica e rifornitore m. 400; idem fra il mulino di via Capurso e il rifornitore m. 100.

Il rifornitore d'acqua ubicato sul piazzale della stazione di Bari (fig. 1) fu costruito nell'anno 1907 allo scopo di alimentare gli idranti impiegati pel lavaggio dei carri ferroviari. Il serbatoio, della capacità di circa 15 m^3, (fig. 2) fu alimentato fra il 1907 e il 1914 con acqua potabile dell'acquedotto Ofantino, a mezzo condotta forzata di mm. 50 derivata da quella di mm. 150 che dal rifornitore principale va alle colonne idrauliche di stazione. Nel 1914 entrò in funzione l'Acquedotto Pugliese attraverso il quale

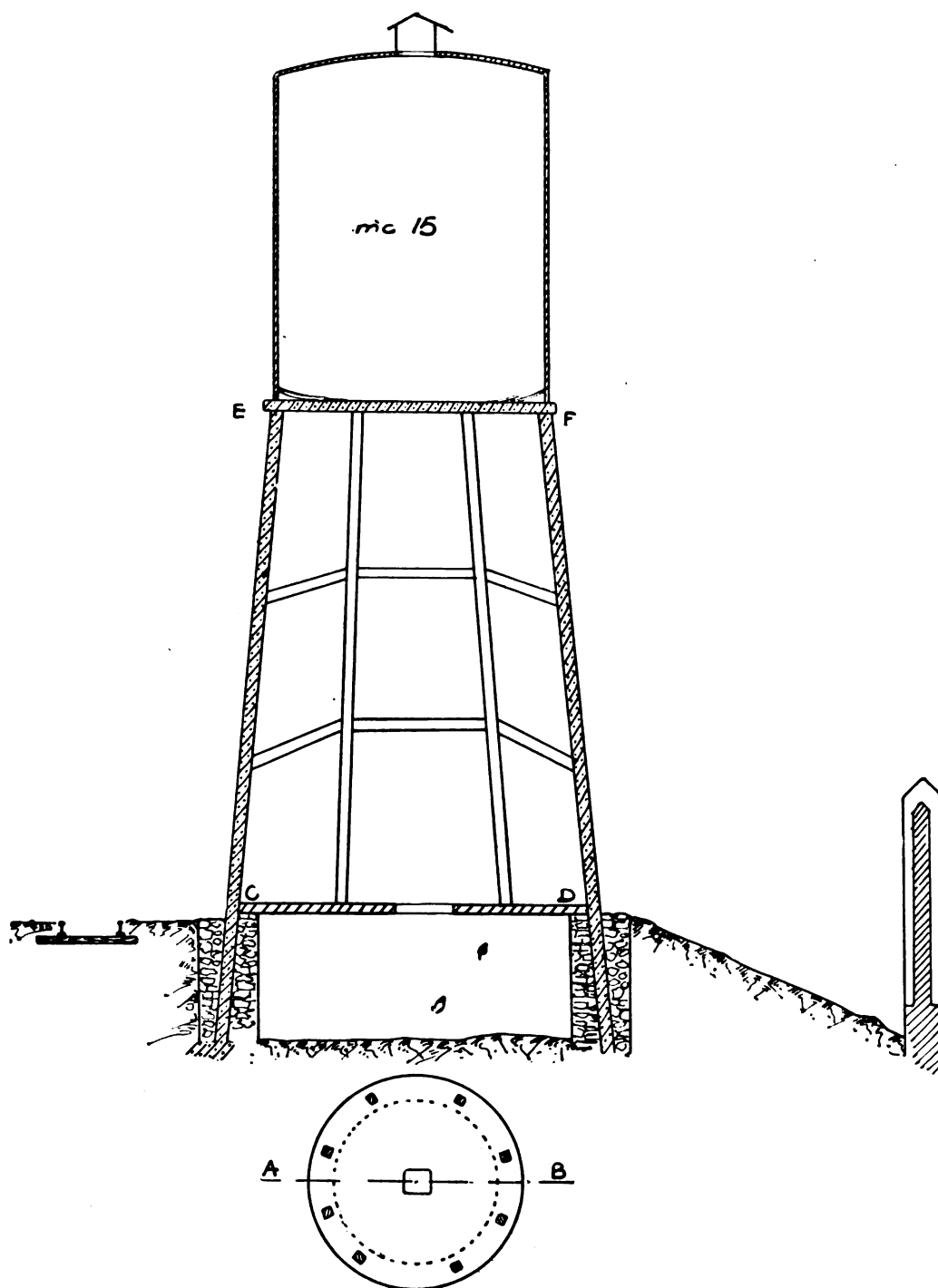



Fig. 2. — Serbatoio in cemento armato di Bari

N. B. Le lesioni dei ritti e delle filagne erano della larghezza massima di 5 m/m. Nei ritti le lesioni avevano inizio a 40 ÷ 50 cm. dalla soletta di copertura *CD* e si estendevano fino alla corona circolare *EF*, che presentava lievissime crinature.

l'acqua del Sele alimenta la stazione di Bari; l'acquedotto Ofantino cessò quindi di funzionare.

A circa m. 400 dal rifornitore fu costruita, fin dal 1905, la Centrale elettrica per l'illuminazione della città; essa produce corrente continua a 240 Volts. A m. 100 circa, in senso opposto, trovasi un molino azionato da motore elettrico che riceve energia dalla Centrale suddetta. Nessun altro stabilimento nelle vicinanze immediate. Presso la vasca del rifornitore, e precisamente ad un metro al disopra del posto occupato dal suo lembo superiore, passano i fili telegrafici delle FF. SS. e a m. 15 di distanza, fra il binario di corsa per Brindisi e quello di lavaggio, i conduttori isolati per l'illuminazione della stazione. Queste linee di trasmissione di corrente elettrica sono bene isolate. La linea telegrafica è attraversata da corrente a circa 60 Volts ed ha la terra presso l'Ufficio di stazione, ossia a circa m. 700 dal rifornitore. L'impianto di illuminazione elettrica ha il neutro di ritorno alla centrale; lo stesso dicasi del molino.

In città è attualmente in funzione una sola linea di tram con corrente a 240 Volts, fornita dalla stessa centrale. Questa linea passa ad alcune centinaia di metri dal posto in cui sorgeva il serbatoio.

Nel 1918 si cominciarono a notare nei ritti del serbatoio leggerissime incrinature che furono *boiaccate*. Dopo circa un anno le incrinature riapparvero e cominciarono ad estendersi anche alle filagne. Al tempo della demolizione, effettuata nel 1923, le lesioni dei ritti e delle filagne avevano un'ampiezza che raggiungeva qua e là circa 5 millimetri.

All'atto dell'abbattimento del serbatoio si poterono fare le seguenti constatazioni:

1° il fondo del serbatoio, armato di una semplice retina, non presentava tracce di crepe ma soltanto qualche leggera incrinatura che non lasciava trapelare l'acqua in misura apprezzabile ad occhio nudo;

2° i ritti erano lesionati dall'altezza della corona circolare fino ad un limite variabile da 0 a 50 cm. al disopra della soletta di copertura;

3° in corrispondenza delle lesioni e dei conseguenti parziali distacchi del calcestruzzo, il ferro era profondamente alterato, v. fig. 3, e qua e là asportato nella quasi totalità.

Due anni dopo, e cioè nel 1925, in un'ulteriore visita eseguita ai residui del rifornitore, furono trovati in piedi, fra un mucchietto di macerie, solo i tronchi degli 8 ritti, tagliati all'altezza della soletta, che corrispondeva presso a poco al livello del suolo. Alcuni fra essi presentavano ancora indizi visibilissimi dell'alterazione subita dal ferro, con chiazze limonitiche più o meno estese. Da misure eseguite sui tronchi in posto, risultò che in taluni punti le fibre più esterne dei ferri d'armatura distavano due centimetri ed anche meno, dalla superficie esterna dei ritti. Le fondazioni, opportunamente scoperte si rivelarono perfettamente conservate. Si procedette al prelevamento razionale di campioni dalle parti ritenute più interessanti (sempre dai tronchi in posto) per indi procedere ad ulteriori esami nei laboratori dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS.

I risultati degli esami petrografici e metallografici eseguiti possono così compendiarsi:

1° Il ferro delle armature, nelle parti rimaste integre, ha costituzione e composizione normale. Nelle zone di alterazione esso si è trasformato in limonite ($2\ F_e^2\ 0^3 .\ 3H^2\ 0$) per ossidazione e idratazione;

2° Il calcestruzzo è composto: *a*) di ghiaia calcarea e silicea; *b*) di sabbione in massima parte calcareo e fossilifero, a foraminiferi; *c*) di una pasta fina che al microscopio

si rivela come un miscuglio di sabbia finissima e di cemento, avente colore bianco-grigiastro a larghe chiazze giallo-brune (limonite) piuttosto ricca di cavità sferoidali riempite da ossidi di ferro, e seminata in tutta la sua massa da elementi neri e bruno-scuri, di dimensioni piccolissime, ma discernibili abbastanza bene coi forti ingrandimenti (200 diametri). Anche le cavità dei fossili sono piene di ossidi di ferro. Inoltre si osserva qualche concentrazione locale di belite e di celite, avente modeste dimensioni.

Era necessario assicurarsi della costituzione dei piccoli elementi scuri e neri.

Si sottopose pertanto una sezione sottile a calcinazione su di una lamina di platino Riesaminata, si riscontrarono numerosi vuoti in corrispondenza degli individui di colore nero e splendore matto. Ciò conferma la presenza di minuta polvere di carbone nel cemento impiegato. Persistettero invece, dopo calcinazione, piccolissimi individui, piuttosto numerosi, di colore bruno scuro, che al controllo microchimico si rivelarono costituiti essenzialmente da ossidi di ferro.

Fig. 3. — Pezzo di calcestruzzo con staffa di ferro proveniente dalla demolizione del Serbatoio di Bari. (Sono chiaramente visibili le chiazze bruno nerastre dovute ad impregnazioni di limonite ($2\ Fe^2\ 0^3.\ 3\ H^20$) originate dalla ossidazione e idratazione del ferro della staffa che si presenta notevolmente corrosa).

Emerge chiaro da quel che precede che il calcestruzzo doveva essere praticamente permeabile, almeno in talune zone, per permettere la circolazione di soluzioni ferrifere e il deposito dell'ossido di ferro nei vacui che, negli ordinari calcestruzzi, sono invece più o meno riempiti dall'ossido idrato di calcio. È da ritenersi quindi che l'alterazione dei ritti del serbatoio sia avvenuta così: in seguito alla relativa permeabilità del calcestruzzo messo in opera, permeabilità aggravata notevolmente dalla condizione della piccola distanza intercedente fra i ferri dell'armatura e la superficie esterna dei ritti, le infiltrazioni di acqua piovana verificatesi nel corso degli anni, hanno ossidato in origine lentamente, e poi sempre più rapidamente, con l'aumentare dell'importanza delle circolazioni, i ferri dei ritti. I prodotti dell'ossidazione, costituiti in massima da limonite, si depositarono nei vacui già occupati, almeno parzialmente (1) dall'ossido idrato di calcio asportato in precedenza.

Il conseguente aumento di volume, dovuto all'ossidazione e all'idratazione, ha prodotto fessurazioni e crepe che sono andate man mano allargandosi, col progredire del processo di alterazione dei ferri.

---

(1) Cfr. Törnebohm. A. E. Ueber Die Petrographie des Portland-Cements, Stockholm, 1897.

Che la distanza fra i ferri d'armatura e la superficie esterna delle costruzioni in cemento armato possa influire notevolmente sulla conservazione di queste, in relazione specialmente alle azioni atmosferiche, risulta da studi recentemente eseguiti in Germania sui ponti ferroviari in cemento armato (1). Si è riscontrato pertanto che laddove il cemento armato è sottoposto all'azione delle piogge o dei gas del fumo delle locomotive, le fibre più esterne dei ferri d'armatura devono distare al minimo 4 cm. dalla superficie esterna del beton, se si vogliono evitare disgregazioni e fenditure in questo tipo di costruzioni.

Circa poi l'arresto quasi netto delle fessurazioni al livello del suolo occorre notare che l'esame microscopico ha rivelato che lo stato attuale dei tronchi dei ritti sotterranei può essere paragonato a quello dei corrispondenti all'aria in un tempo anteriore. Si tratta quindi di un semplice ritardo; non v'è dubbio che in seguito, perdurando le stesse condizioni, l'alterazione si sarebbe estesa anche alla zona del sottosuolo. Sul ritardo hanno potuto influire notevolmente un maggiore intasamento locale della pasta all'atto della costruzione, intasamento rilevato da osservazione microscopica, nonchè le condizioni più favorevoli di conservazione nel sottosuolo.

Non sembra potersi prendere in considerazione, nel caso in esame, la possibile influenza di correnti vaganti. Difatti è da osservare innanzi tutto che le corrosioni dei ferri e le fessurazioni del calcestruzzo si arrestavano approssimativamente al piano terra; esse erano forti al disopra, praticamente nulle al disotto di questo. Per dippiù, nessuna alterazione è stata mai notata nei tubi delle condotte sotterranee che sono più prossime al serbatoio. Si deve ritenere ancora che, a causa dei ben noti fenomeni di osmosi elettrica all'anodo, l'alterazione non avrebbe dovuto procedere così rapidamente, o meglio, con ritmo così accelerato. Difatti essa, mentre si iniziò visibilmente solo 11 anni dopo la costruzione del serbatoio, conseguì un enorme progresso nei cinque anni successivi.

Anche il fatto che il calcestruzzo dopo 11 anni dalla sua messa in opera doveva essere piuttosto asciutto e quindi sensibilmente isolante, non milita in favore di questa ipotesi. Ed essa si dimostra ancor più inaccettabile se si osserva che le condizioni « elettriche » dell'ambiente si mantennero invariabili durante tutta la durata della costruzione. È da ritenere insomma che le correnti vaganti, qualora ve ne fossero state di sensibili, capaci di qualche azione di deterioramento apprezzabile sul serbatoio, avrebbero iniziato la loro azione essenzialmente disgregatrice all'inizio, allorchè la costruzione si trovava in « istato di inferiorità ».

Nè è qui il caso di parlare di uno stillicidio della vasca, perchè fu constatato che, al momento dell'abbattimento, essa era a perfetta tenuta.

In conclusione, da questo breve studio sembra potersi dedurre che la causa principale delle fessurazioni dei ritti del serbatoio di Bari risieda nell'azione delle acque piovane, che lentamente ma sicuramente hanno agito durante sedici anni, dimostrandosi capaci, qui come altrove, di qualunque azione disgregatrice. Il progresso è stato notevolmente favorito dalla permeabilità del calcestruzzo, maggiore nei ritti fra le armature complicate e le strettoie degli inviluppi che rendono la pistonatura di difficile attuazione.

---

(1) Cfr. *Il Cemento*, anno XX, n. 5. Torino, maggio 1923: « Fessurazioni del beton ed arrugginimento dei ferri d'armatura nelle strutture in cemento armato ».

Crediamo utile al proposito ricordare le condizioni alle quali, secondo le prescrizioni normalmente seguite, deve soddisfare un calcestruzzo armato per conservarsi lungamente inalterato anche se esposto alle ingiurie atmosferiche:

1° La sabbia impiegata dev'essere scevra di argilla, *che è sempre* la nemica delle costruzioni, e di elementi minutissimi i quali per diverse ragioni, alcune delle quali ovvie, non consentono al cemento una buona presa.

2° La ghiaia, specie per i calcestruzzi da impiegarsi nei «punti delicati», deve avere elementi non troppo grossi ed essere inoltre scevra di argilla.

3° La lavatura della ghiaia e della sabbia al momento dell'impiego va curata in modo speciale.

4° Le forniture del cemento devono essere sorvegliate.

Nei casi di costruzioni di una certa importanza, è necessario, oltrechè alle prove meccaniche, sottoporlo ad esame microscopico e chimico che possono rivelare, se accurati e ben orientati, difetti di costituzione, di cottura, aggiunte di materie estranee, ecc..., difetti che si ripercuotono poi sulle costruzioni che dànno cattiva prova senza che, molte volte, sia possibile altrimenti di spiegarsene il perchè.

5° Le parti delicate, i ritti, le filagne, devono essere costruiti con calcestruzzi grassi e possibilmente rivestiti di *adatte* vernici impermeabilizzanti.

6° All'atto della costruzione delle opere è necessario assicurarsi che la distanza minima fra i ferri d'armatura e la superficie esterna non sia inferiore a 4-5 cm.; questa condizione è di capitale importanza nelle costruzioni ferroviarie, perchè in tal caso all'azione delle acque piovane, del gelo e disgelo, ecc..., si aggiunge quella non meno potente dei gas del fumo delle locomotive.

La diga di prova Stevenson Creek.

Nel segnalare i due articoli pubblicati recentemente dall'ing. Haegelen sulle grandi dighe moderne ad arco (1), accennavamo all'importanza delle determinazioni sperimentali sistematiche sulle dighe esistenti. Lavori simili sono già in corso, non sempre però integrati da ricerche di laboratorio; ma un lavoro veramente cospicuo sarà possibile con la diga di prova che è in costruzione a Stevenson Creek, negli Stati Uniti, per iniziativa dell'*Engineering Foundation:* diga ad arco di circa m. 30,50 di raggio e m. 18 di altezza, con parete a monte verticale, costruita in *béton* non armato.

Del programma completo di prove sulla diga, hanno dato notizia diversi periodici, fra cui l'*Engineering News-Record* e il *Génie Civil* nello scorso gennaio. Nè mancheranno prove di laboratorio sui campioni dei materiali adoperati nella costruzione.

Quando la diga di 18 metri avrà dato tutte le indicazioni possibili, sarà sopraelevata con tappe di 3 metri e sottoposta ogni volta alle stesse prove sino a raggiungere un'altezza sufficiente a produrre la rottura dell'opera.

---

(1) Vedi questa Rivista, aprile 1926, pag. 180.

Segnalamento - Giornata delle otto ore - Stazioni e linee comuni - Impianto, concessione e trazione delle linee economiche

I voti del Congresso di Londra (1) sulle questioni IX, X, XII, XIII, XIV e XV.

QUESTIONE IX — Segnali fissi della linea

Principii di segnalazione per le linee a circolazione rapida e per le grandi stazioni. Forma dei segnali di giorno e dei segnali di notte. Segnali luminosi. Blocco automatico.

Conclusioni adottate:

1. — Il Congresso constata che alcune reti esercitano con successo linee di intenso traffico, anche misto, servendosi unicamente di segnali di fermata e avvisatori a due posizioni.

Altre stimano preferibili i semafori a tre posizioni; altre infine giudicano essere indispensabile una quarta indicazione.

In queste condizioni il Congresso ritiene che sia opportuno continuare studi ed esperimenti secondo gli ordini d'idee sostenuti da ogni rete; e che vi sarebbe interesse a rimandare la questione all'ordine del giorno del prossimo Congresso per dar modo a ogni paese di approfittare dell'esperienza e dei risultati raggiunti durante i cinque anni che seguiranno.

2. — Nei segnali a tre posizioni l'ala mobile dovrà dare le tre indicazioni seguenti: fermata, preavviso, via libera. Le altre indicazioni di velocità potranno essere date dalla combinazione di due ali a tre posizioni.

3. — Le luci più convenienti che corrispondono alle tre posizioni dell'ala sono le seguenti: rosso (fermata), giallo (preavviso) e verde (via libera).

4. — Qualunque sia il sistema adottato, quando i segnali di preavviso, sebbene stabiliti in punti convenientemente scelti, non hanno la visibilità necessaria o si trovano in zone frequentemente esposte alla nebbia, per indicare la loro prossimità è bene fare uso di dispositivi di richiamo come tavole bianche, verniciatura a righe dei pali precedenti i segnali, ecc., in modo che l'impianto di un secondo segnale di avviso o di segnali ripetitori luminosi, di segnali acustici, di petardi, sia limitato per quanto è possibile.

5. — Se si dispone di una sorgente di energia elettrica, può essere vantaggioso il sostituire gradualmente alle lampade a olio minerale, quasi ovunque impiegate, l'illuminazione elettrica; le disposizioni tecniche sulle reti che hanno adottato questa illuminazione sono generalmente tali che in caso di estinzione della lampada funziona un sistema di sussidio ed eventualmente, per quanto è possibile, un sistema di controllo.

---

(1) Vedi questa Rivista: maggio 1925, pag. 198; febbraio 1926, pag, 57; aprile 1926, pag. 170; giugno 1926, pag. 292.

6. — Il Congresso prende atto dei progressi ottenuti nella applicazione dei segnali luminosi, dell'efficacia e della sicurezza che essi procurano; stima quindi opportuno esaminarne e studiarne l'impiego nelle regioni in cui si dispone di energia elettrica adatta e specialmente sulle linee a trazione elettrica.

7. — Si deve raccomandare l'applicazione graduale, compatibile con le condizioni locali, del blocco automatico, secondo il sistema che conviene meglio, combinato, in certi luoghi, coi segnali luminosi.

QUESTIONE X. — **La giornata di otto ore nei servizi ferroviari.**

1. — Il Congresso, udite le relazioni presentate dai rappresentanti dei diversi paesi, è d'avviso che una rigida applicazione della giornata di otto ore non è possibile nelle ferrovie a causa delle diverse condizioni e necessità locali, ma che ogni caso deve essere esaminato tenendo conto delle circostanze particolari e del carattere speciale dei lavori da eseguire.

2. — Esso rileva specialmente la necessità:

a) di non confondere la presenza col lavoro effettivo, pur avendo cura di limitare ragionevolmente la durata della presenza in una stessa giornata;

b) di ripartire su un periodo sufficientemente lungo, nella misura consentita dalle circostanze speciali di ogni paese, le compensazioni necessarie per arrivare alla media di otto ore al giorno, con un numero limitato di ore supplementari.

QUESTIONE XII. — **Stazioni e linee comuni.**

Ripartizione delle spese delle stazioni e linee comuni a più Amministrazioni ferroviarie.

1. — Ogni regime di esercizio in comune è basato sulle disposizioni necessarie perchè la spesa sia equamente ripartita, ma le differenze dovute ad alcuni fattori locali non permettono di unificare i metodi di ripartizione delle spese.

Per conseguenza non è possibile dire che un metodo di ripartizione presenta vantaggi sugli altri.

2. — Ad eccezione dei casi speciali, in cui si è potuto raggiungere l'accordo su un versamento annuo globale, si cerca di determinare il valore del lavoro fornito da ogni amministrazione interessata. Quando questa determinazione non può essere fatta con sufficiente esattezza con una ripartizione basata solo sul numero dei viaggiatori o sui tonnellaggi, si ricorre spesso al numero dei treni, di assi o di altri elementi.

3. — Talvolta è possibile limitarsi a notare gli elementi durante un certo periodo e adottare il risultato ottenuto come proporzione fissa per la ripartizione delle spese, salvo a rivedere periodicamente questa proporzione se le circostanze lo richiedano.

QUESTIONE XIII. — **Impianto di linee economiche.**

Metodi d'impianto di linee economiche o di penetrazione nei paesi nuovi (tracciato, profilo longitudinale, scartamento ridotto, ecc.).

1. — Pure constatando che in parecchi paesi sono stati impiegati scartamenti inferiori a un metro con buoni risultati, il Congresso ritiene che sia opportuno raccomandare per le linee di penetrazione nei paesi nuovi uno scartamento prossimo a un metro.

2. — Nei casi in cui condizioni speciali consigliassero l'adozione di uno scartamento minore, si raccomanda di far uso di quello di 60 cm., adottando curve meno accentuate di quelle che questo scartamento permette, nella misura praticamente consentita dai mezzi finanziari di cui si

dispone. Per quel che concerne le pendenze, si raccomanda di ridurle al minimo compatibile con le condizioni locali.

3. — Dal punto di vista tecnico e commerciale è desiderabile che nelle regioni limitrofe le linee principali e secondarie di penetrazione adottino, ognuna per ciò che la riguarda, caratteristiche simili per il loro materiale fisso e mobile.

Questione XIV. — **Concessione di linee economiche.**

Rapporti tra i concessionari delle linee economiche ed i poteri concedenti. Regime economico e finanziario

1. — Per la costruzione e l'esercizio delle linee economiche il concorso finanziario da parte dei poteri concedenti è generalmente indispensabile.

2. — Le condizioni di costruzione e di esercizio devono far concordare l'interesse dei concessionari con quello del pubblico. Di regola è necessario che i poteri concedenti accordino la massima facilità e semplificazione in modo che sia possibile eseguire i lavori di costruzione economicamente ed assicurare un esercizio semplice, economico, commerciale e razionale.

A questo proposito il Congresso ricorda le constatazioni adottate nel 1922 a Roma, facendo risaltare le differenze profonde che esistono tra le condizioni di lavoro degli agenti nelle grandi e nelle piccole reti, differenze di cui è indispensabile tener conto se non si vuol compromettere l'esercizio delle linee economiche o secondarie.

3. — Salvo i casi di eque compensazioni, non bisogna aggravare le nuove linee del peso di servizi gratuiti o semigratuiti, per i quali i poteri concedenti devono fare spese e per i quali continuerebbero a farne se non si fossero costruite le nuove linee.

È il caso di richiamare l'attenzione anche sullo viluppo delle linee di autobus, come pure sull'estrema riduzione delle tariffe dei servizi suburbani sulle grandi reti, che per le sovvenzioni dirette o indirette dei poteri pubblici possono far la concorrenza in modo disastroso alle linee economiche.

4. — La partecipazione dei poteri pubblici ai prodotti lordi delle linee economiche essendo illogica e svantaggiosa agli interessi del pubblico, dovrebbe scomparire dalle disposizioni legislative e dagli atti di concessione ed essere sostituita da una partecipazione limitata esclusivamente ai beneficî netti.

Quesoione XV. — **Trazione delle ferrovie economiche.**

a) Modalità di trazione delle ferrovie economiche. — b) Trazione con automotrici.

1. — La trazione a vapore rimane quella che conviene alla generalità dei casi.

È desiderabile tuttavia continuare lo studio dei mezzi atti a renderla sempre meno costosa.

2. — Le applicazioni della trazione elettrica dipendono principalmente dal problema finanziario.

Questo varia secondo le speciali condizioni delle linee. A misura che le spese d'impianto e di esercizio con siffatto mezzo di trazione diminuiranno, avrà maggiori applicazioni.

3. — La trazione con motore a combustione interna offre vantaggiose soluzioni a determinati problemi d'esercizio; sembra molto promettente per le ferrovie economiche e merita di essere incoraggiata.

È desiderabile che al prossimo Congresso siano presentati dati precisi relativamente alle spese di trazione, di manutenzione e d'ammortamento del sistema di trazione a combustione interna o a scoppio.

INFORMAZIONI

Le ferrovie svedesi nel 1924

Alla fine del 1924 la rete ferroviaria della Svezia aveva la lunghezza di 15.715 chilometri, ripartiti, deducendo 291 chilometri di rete di interesse non generale, come segue:

Rete di Stato	Km.	5.836
Reti private a scartamento normale	»	5.969
» » a scartamento ridotto	»	3.619

La rete privata è esercitata da varie Compagnie; le linee a scartamento ridotto sono di varia larghezza e precisamente:

Km.	58,9	da	m.	1,093
»	531,4	da	m.	1,067
»	2.904,5	da	m.	0,891
»	123,9	da	m.	0,600

La maggior parte della rete svedese è ad unico binario: solo per 445 km. è a doppio binario.

Sono elettrificati 729 chilometri di linea di cui:

Km.	449	della rete di Stato
»	30	della rete privata a scartamento normale
»	250	» » » ridotto.

Il capitale d'impianto al 31 dicembre 1924 ammontava a 1.710.259.719 corone, pari a franchi oro 2.377.261.009,41, valutando la corona a 1,39 franco oro.

Le spese di impianto, tra il 1923 e il 1924, furono di 48.514.180 corone: il parco del materiale comprendeva complessivamente:

2.160	locomotive a vapore;
65	locomotori elettrici;
32	vetture automotrici elettriche;
45	» » ad altro sistema;
4.229	carrozze;
1.494	bagagliai;
57.426	carri.

Gli introiti del traffico delle ferrovie dello Stato si elevarono nel 1924 a 185.159.601 corone, con una diminuzione, rispetto all'anno precedente, di corone 7.916.018, cioè del 4,5 %.

Le spese d'esercizio raggiunsero la somma di 140.816.530 corone: l'utile netto — compresi introiti non aventi rapporto con l'esercizio — fu di corone 36.261.301.

Per le ferrovie private, distinguendo per ogni elemento la cifra dello scartamento ordinario da quella per lo scartamento ridotto, si ebbe, sempre in corone:

introiti dell'esercizio	114.982.236	35.812.007
spese dell'esercizio	90.439.469	29.719.211
prodotto netto, tenendo anche conto di elementi attivi e passivi estranei all'esercizio. . . .	8.702.160	699.202

Mentre nelle ferrovie dello Stato il prodotto netto ha migliorato dal 1920 al 1923 e ancora nel 1924, nelle ferrovie private si sono verificate successive diminuzioni.

Le ferrovie delle repubbliche socialiste soviettiste

Le Ferrovie dell'Unione delle Repubbliche Socialiste Soviettiste, dal 1° ottobre 1924 al 1° ottobre 1925, hanno trasportato merci per 47,8 miliardi di tonnellate-chilometro utilizzando 251.186 carri e 18.703 milioni di viaggiatori-chilometro avendo in circolazione 10.359 carrozze. Per ambedue le categorie di trasporti vennero adibite 6.694 locomotive.

Le previsioni per l'esercizio 1925-26 assicurano, rispetto a tali risultati, un forte aumento, tale da richiedere circa 10.000 locomotive, 361.500 carri e 16.300 carrozze.

Durante l'esercizio 1924-25 nelle officine vennero riparate 1449 locomotive, 2755 carrozze e 139.000 carri.

In confronto all'esercizio 1923-24 si sono avuti sensibili progressi riguardo alle ordinazion di materiale metallico per armamento e ponti, ponendo in condizioni quelle ferrovie di poter iniziare il grande ed utile lavoro di riparazione, di ricostruzione e dei ponti, come si può rilevare dalla seguente tabella:

Indicazione del materiale	Ordinazione		Aumento delle ordinazioni
	nel 1923-24	nel 1924-25	
1 – Rotaie	62.000 t.	102.000 t.	64,5 %
2 – Materiale minuto	32.350 t.	49.400 t.	52,8 %
3 – Deviatoi ed intersezioni	3.780 t.	7.850 t.	107 %
4 – Travi da ponti	8.180 t.	14.300 t.	75 %

L'aumento del traffico ed il maggior lavoro di riparazione del materiale mobile hanno reso necessario l'approvvigionamento di materiali per le officine e per i depositi che vengono riportati nella seguente tabella in rapporto al materiale ordinato nel precedente esercizio.

Indicazione del materiale	Ordinazione		Aumento delle ordinazioni nel 1924-5
	nel 1923-24	nel 1924-25	
5 – Cerchioni di ruota	10 480 t.	11.530 t.	10 %
6 – Sale	820 t.	3.280 t.	300 %
7 – Materiale per assi montati	410 t.	908 t.	121 %
8 – Centri di ruote	—	2.070 t.	—
9 – Acciai duri per utensili	43 t.	82 t.	90 %
10 – Ferri ed acciai	52.400 t.	84.900 t.	61,5 %
11 – Metalli non ferrosi	2.250 t.	4.520 t.	100 %
12 – Pezzi di ricambio per il materiale rotabile	11.920 t.	21.550 t.	80,8 %

Tali approvvigionamenti, quantunque rilevanti, risultano insufficienti; ed è stato perciò necessario fare nuove importanti ordinazioni supplementari.

Circa i combustibili, per un percorso di 282.930.000 locomotive-chilometro, si è avuto il seguente consumo:

Legna	9.290.000	metri cubi
Carbone	5.190.000	tonnellate
Olio pesante	1.644.000	»

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

Su l'impiego dei combustibili polverizzati (*Ingegneria Italiana*, giugno e luglio 1926, pp. 198 e 243).

(Riassunto di una nota dell'Ing. ETTORE PERETTI p. S. E. il Ministro per l'Economia Nazionale)

Nel decorso anno 1925 il Ministro per l'Economia Nazionale, volendo affrontare in pieno il problema dei combustibili nazionali, nell'intento di formulare disposizioni legislative che valessero a provocarne la maggiore e la migliore utilizzazione a diminuzione dei consumi di carbone fossile estero, e nell'intento anche di comprendere nelle disposizioni stesse provvedimenti che avessero per effetto la più limitata e la più economica utilizzazione dello stesso carbon fossile, aveva costituita una commissione di tecnici esperti nei campi specialmente della geologia e della termotecnica con incarico di studiare il proposto problema e di formulare adeguate proposte

Nella divisione del lavoro documentario delle proposte della Commissione, lo scrivente si è assunto, fra altro, di esporre in una nota illustrativa lo stato attuale (novembre 1925) del problema dell'impiego dei combustibili polverizzati; e della nota, rassegnata a S. E. il Ministro per l'Economia Nazionale, in allegato alle conclusioni della Commissione, si riassumono qui i punti fondamentali.

* * *

Si premette che scopo della nota in questione era sopra tutto quello di dimostrare la opportunità e la convenienza di estendere l'impiego del combustibile polverizzato quanto più è possibile negli impianti di caldaie a vapore le quali danno luogo in Italia ad un notevole consumo, che, con tale sistema di combustione, potrebbe trovare da un lato una non indifferente alimentazione dai combustibili diversi del nostro sottosuolo e consentirebbe d'altro lato la più razionale utilizzazione dei combustibili di importazione.

Per questo, ritenuta dimostrata la convenienza di adottare tale processo nei forni industriali per i cementi, per la metallurgia e per altre applicazioni del genere, di cui viene fatto in fine un breve cenno sommario, questa nota si riferisce fondamentalmente soltanto agli impianti di caldaie a vapore.

L'impiego del carbone polverizzato nella combustione è stato ideato da oltre un secolo, ma non ha trovato la sua applicazione pratica industriale che da una trentina d'anni, da quando cioè, in America, esso è stato definitivamente adottato per i forni rotativi da cemento nei quali ha dato tosto ottimi risultati. Attualmente i forni da cemento degli Stati Uniti abbruciano annualmente circa otto milioni di tonnellate di carbone polverizzato.

Nei forni metallurgici si è cominciato una diecina di anni più tardi (verso il 1905) a studiare l'impiego del carbone polverizzato e per quanto si fossero ottenuti buoni risultati trattando sia l'acciaio che il rame, per qualche tempo il sistema è rimasto allo stato sperimentale con pochi progressi; ed è soltanto verso il 1911 che i perfezionamenti introdotti nelle diverse fasi di funzionamento di questo sistema di combustione hanno consentito più larghe applicazioni che, con una rapida estensione, hanno portato in un decennio ad un consumo, sempre negli Stati Uniti, di 3 o 4 milioni annui di tonnellate di carbone polverizzato nei forni per acciaio ed altrettante in quelli

per rame, consumo che al presente si può valutare globalmente in una decina di milioni di tonnellate.

Frattanto si facevano notevoli esperimenti anche con impianti nei forni di caldaie a vapore, e questi, iniziati con criteri di praticità verso il 1913, hanno raggiunta una sicura maturità fra il 1918 ed il 1919, cosicchè a partire dal 1920 hanno cominciato a funzionare in America, con questo sistema le più importanti centrali a vapore azionanti dai 50 ai 200.000 chilovat di potenza.

Gradualmente anche l'Europa ha seguito l'esempio dell'America; e l'Inghilterra prima, poi la Germania, l'Italia, il Belgio, la Francia, la Spagna, l'una appresso all'altra hanno iniziata, estendendola più o meno, l'adozione di questo sistema di combustione, intesa non tanto ad attuare impianti più moderni o di maggiore rendimento di quelli a combustione diretta, quanto a consentire la più completa e razionale utilizzazione dei combustibili inferiori.

I principali vantaggi che si attribuiscono alla combustione previa polverizzazione in confronto a quella del carbone naturale vengono riassunti, in generale, nei punti seguenti:

a) possibilità di impiegare utilmente anche combustibili con molte ceneri (fino al 40 % e più);

b) possibilità di impiego di combustibili a basso tenore di materie volatili;

c) utilizzabilità pratica di combustibili che si presentano naturalmente in pezzatura miscelata con molto minuto, nonchè dei cascami di laverie, di vagliature o delle polveri di aspirazione;

d) economia di combustibile rappresentata da miglioramento di rendimento termico a parità di produzione;

e) riduzione e semplificazione di mano d'opera;

f) elasticità di funzionamento che permette di adattare istantaneamente il consumo di combustibile alla quantità di calore che occorre produrre;

g) miglioramento del rendimento specifico della caldaia;

h) combustione quasi completamente senza fumo;

i) miglioramento delle condizioni di abitabilità della sala caldaie, alleggerimento dei compiti e delle funzioni dei fuochisti e conseguente miglioramento delle condizioni materiali e morali di vita del personale;

k) possibilità, ove occorra, di separare completamente gli impianti di preparazione e manipolazione del combustibile dalla stessa sala delle caldaie.

Nel suo complesso l'impianto a combustibile polverizzato presenta caratteristiche che possono assimilarsi a quelle relative all'impianto a combustibile liquido nei riguardi della manipolazione del combustibile ed a quelle relative ai forni a gas nei riguardi del processo di combustione.

Rimandando alla lettura della nota originale (1) chi voglia prendere visione dei dettagli illustrativi delle caratteristiche degli impianti piccoli e grandi nelle rispettive loro parti, specialmente in quanto ha tratto agli apparecchi e macchinari di essiccazione, di polverizzazione, di separazione delle polveri e di trasporto di queste con i diversi sistemi, fermeremo qui l'attenzione sull'argomento del grado di finezza della polvere, non ancora diffusamente noto nelle sue più recenti conclusioni, come i precedenti.

Intanto sussiste tuttora qualche confusione nei testi perchè la definizione della finezza è data dagli americani e dagli inglesi in base al numero di maglie del vaglio quadrato per pollice lineare

(1) La nota comprende gli argomenti seguenti: — Tipi di impianti di polverizzazione — Essiccazione — Polverizzazione — Trasportatori — Grado di finezza e caratteristiche relative — Combustione — Velocità di combustione — Temperature nei forni — Forma e dimensioni dei forni — Diversi tipi di caldaie — Costi di impianto e di esercizio — Prove sperimentali — Applicazioni diverse.

del suo lato, mentre da noi è nella pratica il numero di maglie per centimetro quadrato. Si riproduce, perchè comodo anche in molti altri casi, il ragguaglio grafico delle due definizioni (fig. 1).

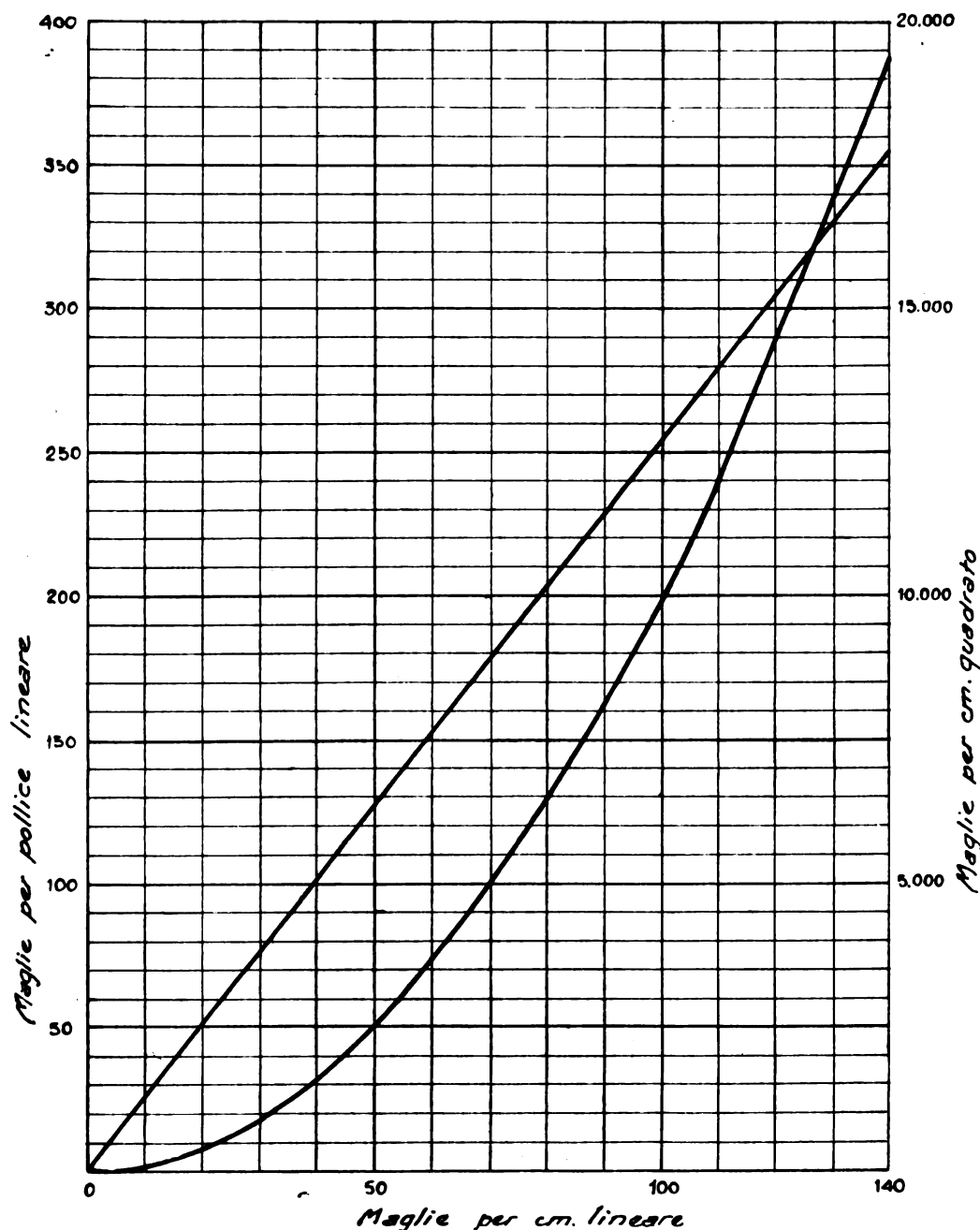



Fig. 1. — Ragguaglio delle definizioni dei vagli con maglie per pollice lineare e per centimetro quadrato.

Il grado di finezza non è necessario che sia per tutti i combustibili portato assolutamente all'impalpabile; ma è opportuno che esso sia elevato, poichè la buona combustione è fondamentalmente dovuta alla estensione della superficie di combustibile che si trova a contatto del comburente nella camera di combustione. Si riporta, a titolo di curiosità, la considerazione che segue.

Se si suppone di avere il combustibile in blocchetti cubici di 1 cm. di lato, questi, portati nell'aria comburente, espongono ad essa 6 cm² di superficie. Pensiamo ora che uno di questi cubetti, polverizzato, si riduca in tanti minuscoli cubi che passino dal vaglio di 80 maglie a pollice, ossia di 900 maglie a cm²; si avranno così 244,140 granelli di 0,16 mm. di lato con una superficie di 375 cm² pari a 62 volte quella iniziale; se la polvere fosse ottenuta col vaglio di 200 maglie a pollice, ossia di 6200 maglie per cm² si avrebbero 3.944.312 granelli di mm. 0.063 di lato con una superficie totale di 947 cm² pari a 158 volte quella iniziale.

La forma dei granelli di polvere non è uguale per tutti i combustibili e, a dimostrarlo, la nota in questione riporta due serie di micrografie di polveri di combustibili diversi costituite, l'una serie da polvere ottenuta col passaggio traverso il vaglio di 900 maglie per cm² e rimasta sopra quello di 2500 maglie, e l'altra costituita da tutto il minuto passato traverso le 2500 maglie e comprendente quindi anche l'impalpabile.

Mentre le antraciti ed i carboni fossili magri e più duri e fragili danno una polvere con elementi a bordi netti e rettilinei con spigoli vivi e punte acute, i carboni bituminosi o più recenti danno elementi ancora con bordi netti ma con spigoli meno vivi e punte meno acute; le ligniti picee danno aspetto ancor meno deciso con bordi e punte più tondeggianti; ancora più indecisi sono i contorni degli elementi di ligniti xiloidi; e finalmente le torbe danno granelli tondeggianti e con contorni discontinui o rientranti.

Si riportano qui tre casi tipici distinti (fig. 2, 3, e 4) rappresentanti le polveri di un carbone Cardiff che ha frattura concoide con spigoli vivi, di una lignite nazionale (Valdarno) che presenta frattura incerta e spigoli tondeggianti e di una torba pure nazionale (Torre del Lago) a frattura quasi granulare e quindi con spigoli quasi assenti.

Il combustibile che meglio si presta alla polverizzazione è la lignite sia per il suo alto tenore in materie volatili sia per valorizzare il suo principale difetto che è quello di disgregarsi facilmente così da disperdersi incombusta traverso la graticola dei forni a combustione diretta.

Ne sono assai facili il disgregamento e la polverizzazione e ne è difficile soltanto l'essiccazione la quale riesce molto lenta sopratutto per la tenacità con cui essa serba l'umidità specialmente per la parte dovuta ad acqua di costituzione. Tuttavia quest'ultima, come si è potuto dimostrare quando resti nella polvere con conveniente uniformità non reca sensibile disturbo alla combustione la quale si effettua regolarmente e completamente anche con ligniti che contengono più del 10 % e fino al 14 o 15 % di umidità.

Le torbe si comportano in modo analogo ed hanno sulle ligniti il vantaggio di polverizzarsi più facilmente e di ridursi per asciugamento naturale con esposizione all'aria, ad un tenore di umidità più basso, in massima, che le ligniti, nonchè di essiccare, in conseguenza, più facilmente e con minore dispendio negli essiccatoi.

E' notorio che il principale vantaggio dell'impiego del combustibile polverizzato è costituito dal fatto che questo, in tali condizioni, può essere bruciato completamente, con la maggiore tendenza alla combustione teorica, e cioè senza eccesso d'aria e col massimo di anidride carbonica nel fumo e col minimo di sostanze incombuste nelle ceneri, potendosi raggiungere nella combustione un punto pirometrico molto elevato.

Un secondo vantaggio non indifferente di questo sistema in aggiunta a quello della più *perfetta* combustione è quello che da esso si ha anche una combustione più *completa*, permettendo esso di ottenere le ceneri con un tenore notevolmente più basso di sostanze incombuste che nella combustione diretta.

Nel combustibile polverizzato trasportato da una conveniente corrente d'aria la particella di carbone trova in questa tutto l'ossigeno che le occorre e lo utilizza per la sua completa combustione solo che essa abbia per la sua velocità e per le dimensioni della camera di combustione, il tempo sufficiente per tale fenomeno. In massima nei focolari a combustibile polverizzato si raccolgono ceneri con tenore di carbonio non superiore al sei o sette per cento dovuto non alla massa

Micrografie di polveri dei combustibili rimaste fra 900 e 2500 maglie per cmq.

(Ingrandimenti 65 diametri)

Fig. 2. — Carbone Cardiff.

Acqua	—	0,30
Ceneri	4,47	4,46
Materie volatili . . .	14.08	14.03
Carbonio fisso	81,45	81,21
Calorie Mahler	8400	8369

Frattura concoide — spigoli vivi

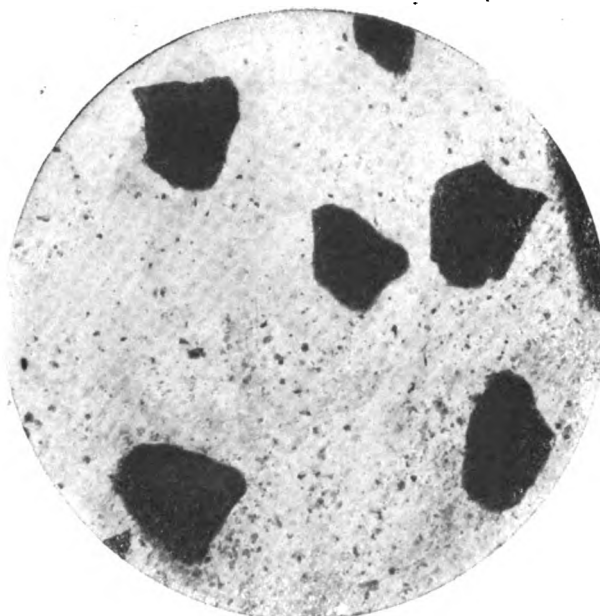



Fig. 3. — Lignite di S. Giovanni Valdarno

Acqua	—	39,50
Ceneri	5,96	3,61
Materie volatili . . .	55,17	33,38
Carbonio fisso	38,87	23,51
Calorie Mahler	5671	3452

Frattura incerta — spigoli tondeggianti

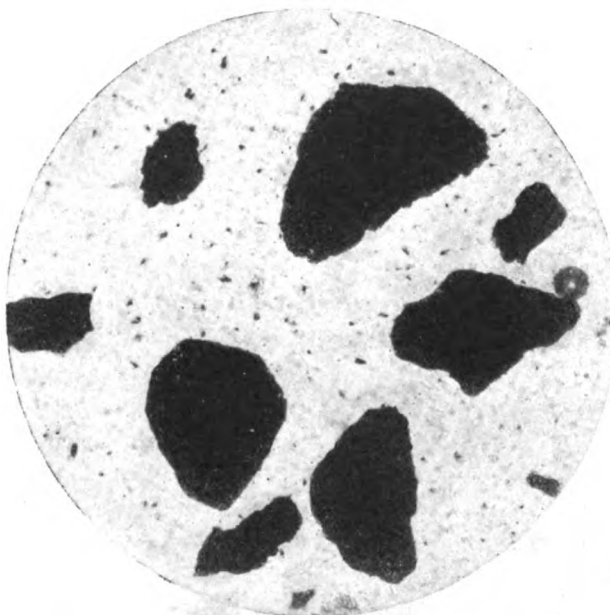
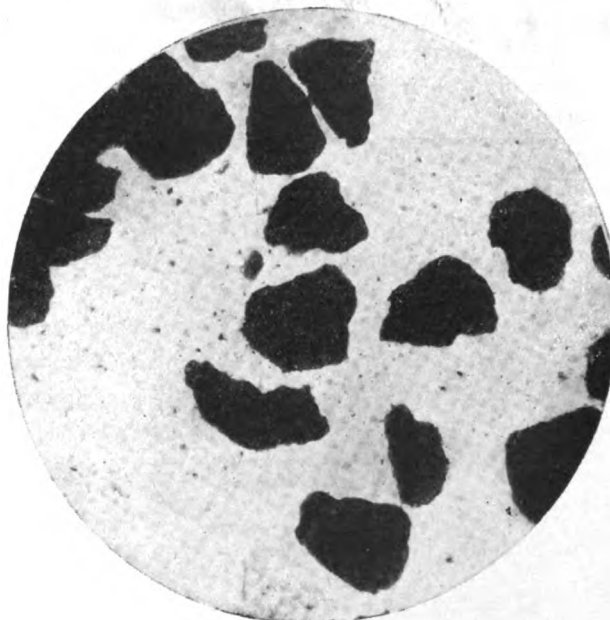



Fig. 4. — Torba di Torre del Lago

Acqua	—	25,50
Ceneri	28,40	21,15
Materie volatili	48,75	36,32
Carbonio fisso	22,85	17,03
Calorie Mahler	3941	2940

Frattura quasi granulare — spigoli quasi assenti

delle ceneri ma a quella parte di esse che cade incombusta nel periodo di accensione a freddo; tale perdita rientra quindi nell'ordine di grandezza dell'1 % riferita al combustibile.

Finalmente una terza caratteristica pratica della combustione polverizzata è la migliore utilizzazione del calore sviluppato nella combustione.

Questa utilizzazione è massima quando il combustibile si presenta alla combustione in un ambiente la temperatura del quale sia la più prossima a quella teorica del suo punto di combustione. A tale scopo occorre ottenere un regime di combustione che procuri alla fiamma il massimo di temperatura e fare in modo che la fiamma stessa abbia uno sviluppo proporzionato alle dimensioni della camera di combustione.

Questa doppia regolazione non può essere ottenuta in pratica nei focolari a graticola se non a sbalzi e senza andamento costante; col carbone polverizzato, come in massima col combustibile liquido e col gas, si può ottenere un andamento di combustione che si mantiene costantemente prossimo alle condizioni teoriche e che consente di mantenere la fiamma nelle più convenienti condizioni di sviluppo, mediante una opportuna regolazione dell'efflusso di combustibile e di aria, di cui possono essere controllate le quantità rispettive ed il rapporto relativo e la velocità.

Tale regolazione permette infatti di ottenere che la combustione abbia luogo immediatamente all'ingresso della polvere nel focolare investendo contemporaneamente sia gli idrocarburi che distillano, e sia il coke residuo con l'impiego dell'aria strettamente necessaria.

Se però la pressione d'arrivo del combustibile nel focolare fosse eccessiva, la velocità della miscela potrebbe essere superiore a quella dell'accensione e la combustione non potrebbe verificarsi se non quando tale velocità fosse convenientemente diminuita, formando in tal caso una fiamma più lunga, meno calda, e spostata, in regime, troppo prossima alle pareti della camera di combustione.

Per dare un'idea globale delle relazioni che corrono fra le diverse caratteristiche del processo di combustione rispetto a volume d'aria, tenore in acido carbonico, temperatura di combustione e rendimento, si riporta un grafico tracciato dal Sohm a titolo di documentazione in un suo studio pubblicato a cura della Rivista *Chaleur et Industrie* (fig. 5).

Questo grafico, che si riferisce ad un carbone da 7000 calorie, permette, per esempio, di rilevare che con un tenore di anidride carbonica del 10 % si ha una temperatura di 1450° con un volume d'aria di 15 mc. per kg. di carbone, mentre col 12 % di CO_2 e con 12,5 mc. d'aria si raggiungono 1840°; col 16 % di CO_2 e con 9 mc. d'aria si hanno 2320° e con la combustione teorica al 18 % di CO_2 con 8 mc. d'aria si raggiungono nel forno 2610° di temperatura.

Nel funzionamento del focolare a combustibile polverizzato (come del resto in quelli a liquido ed a gas) ha notevole influenza la velocità di propagazione della combustione nella massa fluida del combustibile lanciato nella camera a fuoco. Accurati e compilati studî sperimentali, ispirati allo studio dei fenomeni di propagazione delle esplosioni nelle gallerie, sono stati condotti per la ricerca delle caratteristiche di accensione delle miscele di combustibile ed aria e si è stabilito che, poichè in un focolare la nube di polvere che esce dal bruciatore si trova in un ambiente a temperatura media molto elevata e circondato da pareti irradianti calore assai forte, è possibile, con adatte precauzioni, bruciare dopo una adeguata polverizzazione tutti i combustibili anche i più magri.

Tali precauzioni consistono particolarmente nel rendere sufficientemente rapido il riscaldamento della nube polverosa; ed i fattori che facilitano tale rapidità di riscaldamento si possono riassumere come segue:

a) il tenore in materie volatili che in via generale, se non assoluta, regola la velocità di svolgimento degli idrocarburi che si sviluppano sotto l'azione del calore;

b) l'attitudine del combustibile all'ossidazione; tantochè, ad esempio, a parità di altre condizioni, in certi casi si ottiene più facilmente l'accensione di polvere di coke che quella dell'antracite;

c) la finezza della polvere: un aumento della finezza ha per effetto, come si è detto sopra,

un aumento della superficie esposta al calore del mezzo ambiente facilitando le reazioni atte a produrre l'accensione;

d) la capacità calorifica della miscela conseguente alla densità della polvere sospesa nell'aria comburente e regolabile a sua volta variando la proporzione dell'aria primaria che porta il combustibile e dell'aria secondaria introdotta per completare il fabbisogno di ossigeno necessario alla combustione in relazione alla portata ed alla qualità del combustibile.

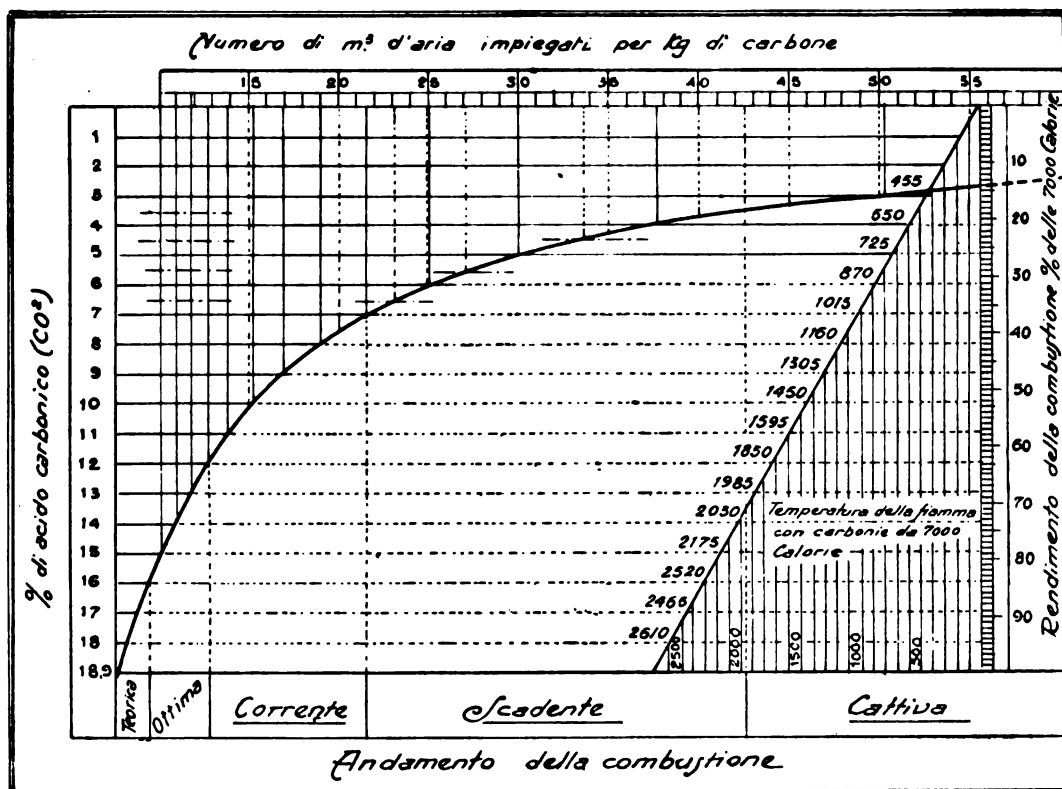



Fig. 5. — Relazioni fra le diverse caratteristiche di funzionamento di un focolare di caldaia

Caratteristiche messe in relazione:

a) Volume d'aria per kg. di carbone;
b) Percentuale di CO_2 sui prodotti della combustione;
c) Temperatura della zona della fiamma;
d) Rendimento della combustione.

Grandissima importanza, per l'esito della combustione polverizzata, hanno le caratteristiche della camera di combustione, come forma e come dimensioni, poichè queste si riflettono non soltanto sull'andamento in genere della combustione ma anche sullo specifico funzionamento di essa in relazione a temperatura e velocità di propagazione della fiamma e di circolazione dei prodotti della combustione.

Gli impianti industriali più recenti e più perfetti hanno camere di combustione dell'ordine da 40 a 60 mc. per tonnellata-ora di combustibile.

In relazione alle difficoltà costruttive ed alle esigenze di stabilità, si ammette per i focolari più grandi una sensibile diminuzione ma non si riconosce possibile scendere al di sotto di 30 mc. per tonnellata-ora di combustibile senza danno del rendimento.

Questo può tendere verso un massimo quando, in un focolare adeguato, si adottino fra le altre e sopra tutto le seguenti precauzioni:

a) insufflare la miscela di combustibile ed aria ad una velocità quanto più bassa è possibile; con polvere secca corrispondente al vaglio di 2200 maglie basta una velocità di 40 cm. al secondo per avere un afflusso soddisfacente e regolare senza depositi;

b) diminuire nella maggiore misura il rapporto fra le sezioni dei bruciatori e la superficie della parete traverso la quale essi sboccano nella camera di combustione;

c) ridurre la capacità calorifica della miscela polverosa non impiegando per trascinare la polvere, che una frazione dell'aria necessaria per la combustione e introdurre il complemento d'aria necessario ad una distanza, dal bruciatore, sufficientemente grande perchè la polvere sia già bene accesa quando essa incontra questa corrente di aria secondaria;

d) mantenere la parete della camera di combustione, in vicinanza al bruciatore, ad una temperatura quanto più è possibile elevata; ed a tale scopo occorre considerare le camere di combustione non come ordinarie costruzioni in muratura ma come veri forni metallurgici; ed è opportuno adottare correntemente per le volte e per i piedritti mattoni refrattari che resistano a temperature dell'ordine di 1700 gradi.

Senza entrare qui nel merito della esposizione delle caratteristiche dei diversi tipi più recenti di camere di combustione e di caldaie illustrati nella nota originale, può riuscire interessante dare un'idea, in via di larga approssimazione, del costo degli impianti di polverizzazione riportando in due grafici i costi relativi tanto ad apparecchi isolati fino alla potenzialità di una tonnellata all'ora, quanto a grandi impianti fino alla potenzialità di 20 tonnellate all'ora (fig. 6 e 7).

Tali costi, che comprendono sia l'importo totale degli impianti sia l'importo unitario riferito al chilogrammo-ora di combustibile trattato, sono ricavati coordinando e mediando i costi di numerosi impianti di varia potenza eseguiti in America fra il 1919 ed il 1923.

I prezzi relativi sono stati, naturalmente, aggiornati al presente sia nei riguardi del costo dei materiali e dei macchinari sia in quelli del valore della moneta per potere essere indicati approssimativamente in lire italiane al valore di oggi.

Dal punto di vista dell'esercizio, una fra le più favorevoli caratteristiche di questo sistema di combustione è quella di consentire l'impiego di qualsiasi combustibile senza che vari sensibilmente il rendimento del focolare. Un focolare a combustione diretta che dia, con combustibile da 7000-7500 calorie, un rendimento del 75 %, dà intorno al 65 % se vi si impiega carbone da 5000 a 6000 calorie: col combustibile polverizzato, il focolare si comporta sempre identicamente e il combustibile dà sempre il massimo rendimento, così mentre un focolare meccanico che abbrucia 300 kg. di litantrace da 7800 calorie fornendo 2400 kg. di vapore, può bruciare al massimo 350 kg. di lignite da 4000 calorie e in tal caso non fornisce che 1400 kg. di vapore; un focolare a polvere invece della stessa potenzialità può essere portato a bruciare anche 550 a 600 kg. di lignite ed a fornire ugualmente la stessa quantità di vapore.

Le spese di esercizio inerenti in modo particolare a questo sistema di combustione si possono distinguere come appresso:

a) spesa di energia per la preparazione ed il trasporto del combustibile;

b) consumo di combustibile per tale preparazione;

c) spese di manutenzione;

d) mano d'opera.

Allo scopo di dare un'idea dell'ordine di grandezza di questi elementi si riporta un esempio di calcolo per due casi di impianti, rispettivamente, da 2 e da 20 tonnellate all'ora, ciascuno per due ipotesi di impiego di combustibile al costo originario di 100 e di 200 lire la tonnellata.

Si presume che l'energia per i servizi di preparazione del combustibile importi rispettivamente nei due casi L. 0,20 e 0,30 al kwh., che la giorata di 8 ore di operaio costi 25 lire, che l'impianto funzioni con continuità per 300 giorni all'anno (7200 ore) ed è valu-

A = Piccoli impianti singoli applicati sui forni

110000
100000
90000
80000
70000
60000
50000
40000
30000
20000
10000

Costo totale in lire

Costo totale

Costo unitario

55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5

Costo per Kg/ora

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

Potenzialita` oraria in Kg. di combustibile

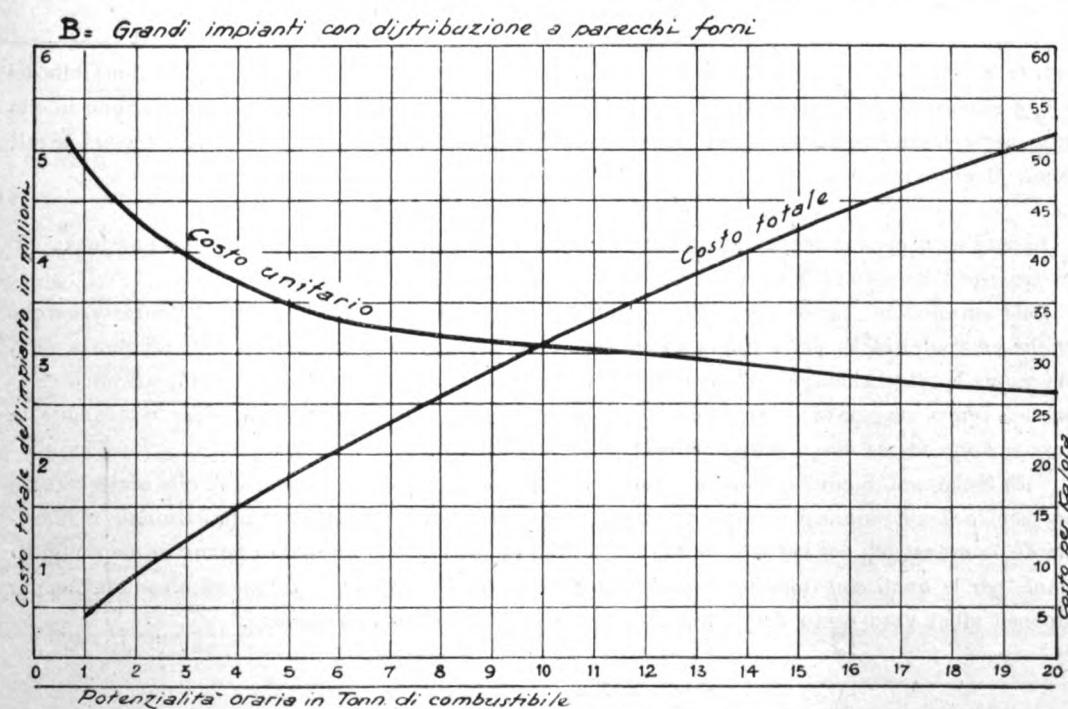
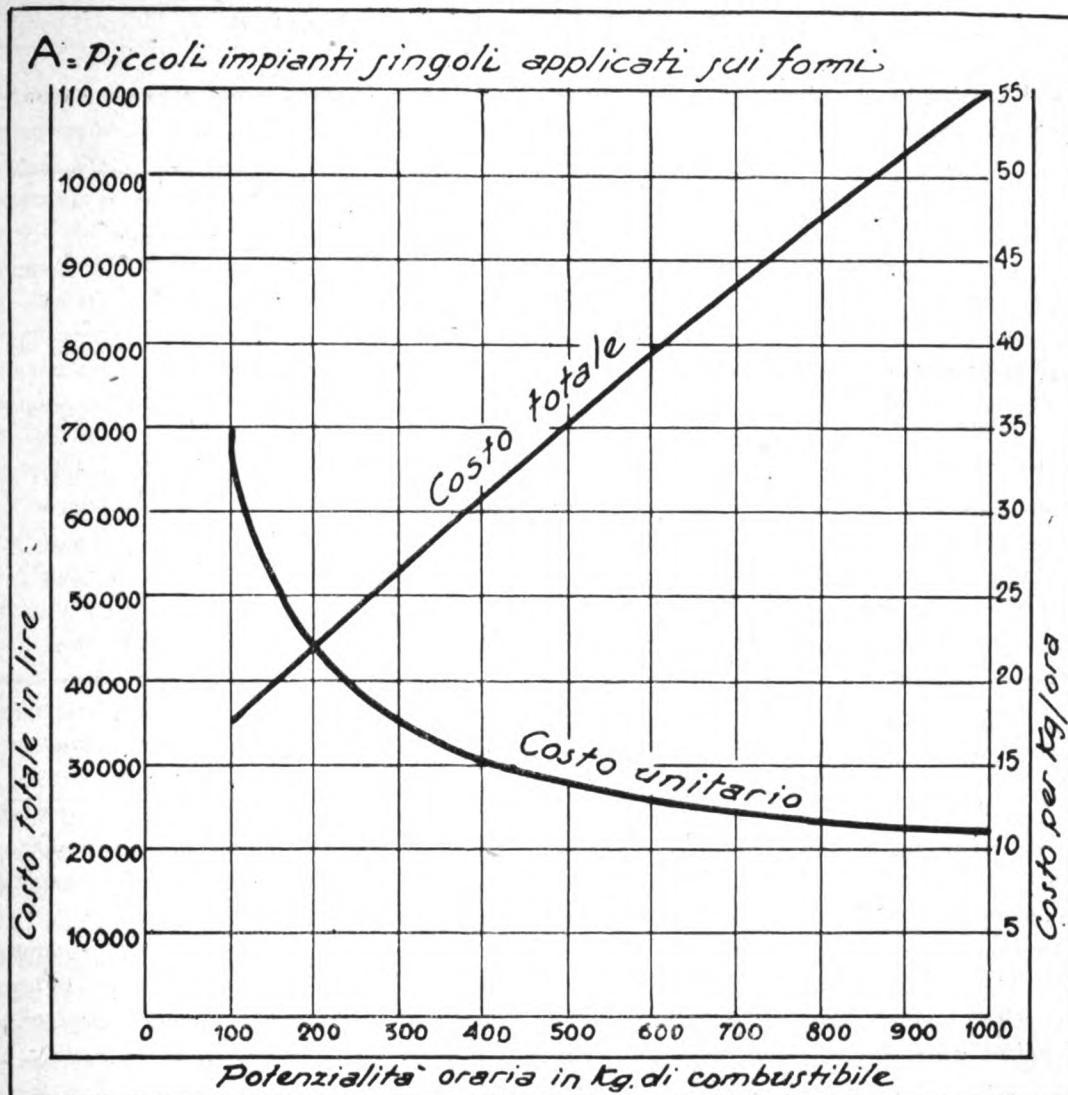



Fig. 6 e 7. — Costi degli impianti a combustione polverizzata.

tata al 16 % del costo di impianto delle installazioni speciali la spesa complessiva per ammortamenti e interessi relativi.

	PER LA POTENZIALITÀ DI			
	2 Tonn. con combustibile a		20 Tonn. con combustibile a	
	L. 100	L. 200	L. 100	L. 200
Spese addizionali per Tonn. di combustibile:				
Ammortamento e interessi	5,55	5,55	3,84	3,84
Manutenzione	1,78	1,75	1,04	1,04
Mano d'opera	3,12	3,12	0,94	0,94
Energia elettrica	10,00	15,00	6,00	9,00
Combustibile impiegato e perduto	3,00	6,00	3,00	6,00
TOTALE . . .	23,40	31,40	14,82	20,82
Costo della tonnellata di combustibile polverizzato	123,40	231,40	114,82	220,82

Riferendo questi costi al costo del carbone impiegato direttamente nel focolare, il rapporto fra le rispettive differenze e la riduzione di consumo che si può ottenere con l'adozione della polverizzazione dà il criterio di economia per la scelta fra i due sistemi di conbustione.

Così, ad esempio, supposto che, in un impianto che consumi due tonnellate all'ora, il combustibile da 200 lire la tonnellata importi nel momento di impiego nel focolare in funzione 215 lire la tonnellata (perchè aumentato di 15 lire per manipolazione, mano d'opera condotta del fuoco, ecc.) il rapporto fra la differenza dei costi addizionali ed il costo del combustibile grezzo

$$100 \frac{31,40 - 15,00}{215} = 7,6 \%$$

consente di stabilire che basta ottenere una riduzione definitiva di consumo di combustibile del 7,6 % o superiore per riscontrare le condizioni adatte alla adozione della polverizzazione in via puramente economica, anche senza tener conto di tutti gli altri vantaggi pratici e tecnici di tale sistema di combustione.

* * *

In merito a questo argomento della combustione polverizzata la Commissione nominata dal Ministro per l'Economia Nazionale ha formulato le seguenti conclusioni:

La Commissione, preso atto della comunicazione svolta dall'ing. Peretti sulle caratteristiche tecniche ed economiche del sistema di combustione polverizzata, mentre fa voti perchè la relazione, come le altre analoghe relazioni illustranti i più recenti progressi delle applicazioni termotecniche, venga stampata a scopo di divulgazione e propaganda, ritiene di poter riassumere la comunicazione stessa nei seguenti concetti fondamentali:

a) Il sistema di combustione a combustibile polverizzato è da considerarsi, allo stato attuale della tecnica degli impianti termici, fra quelli che consentono la migliore e più razionale utilizzazione dei combustibili col massimo rendimento. Ciò anche per i combustibili poveri come le ligniti italiane, per le quali con impianti bene organizzati si ha dai migliori rendimenti un soddisfacente compenso all'elevato costo degli impianti di essiccazione e polverizzazione.

b) I rendimenti termici di questo sistema sono insiti nel processo di combustione: (perfetta proporzionalità dell'aria comburente alla quantità ed alla qualità del combustibile, diffusione e conseguente completa combustione di questo, massimo grado pirometrico di combustione, e conseguente massimo salto di temperatura nella caldaia, epperò basta che gli impianti e gli apparecchi siano costruiti a regola d'arte e proporzionati al carico normale di lavoro per avere i migliori rendimenti qualunque sia la variazione del carico stesso in più o in meno del normale.

c) Gli impianti a combustione polverizzata rispondono perfettamente ad uno dei concetti fondamentali del programma di razionale utilizzazione dei combustibili industriali, quale è quello di consentire in qualunque momento la sostituzione del combustibile normalmente impiegato con qualsiasi altro combustibile, pure polverizzato, permettendo quindi anche la corrispondente elasticità di rendimenti in proporzione al potere calorifico oltre a quella proporzionata alla quantità del combustibile regolabile entro vasta scala.

d) I focolari a combustibile polverizzato permettono sempre, senza alcuna difficoltà tecnica, in aggiunta o in sostituzione dei bruciatori di polvere, la applicazione di bruciatori di gas o di combustibile liquido, ferme restando le caratteristiche di funzionamento e l'elasticità di rendimento del focolare.

e) L'impiego del processo di combustione polverizzata trova larga applicazione, con notevole aumento dei rendimenti e della economia di produzione, in moltissime industrie che impiegano in genere forni o focolari per qualsiasi scopo — cementizie, laterizie, metallurgiche, ecc. — che possono essere facilmente servite anche, se di limitata entità, con piccoli impianti locali di polverizzazione o con rifornimenti di combustibile polverizzato mediante carri cisterna provenienti da grandi impianti centrali di polverizzazione.

(B. S.) Il lavoro eseguito nel mondo. (*Mechanical Engineering*, maggio 1926, pag. 531).

Lo stesso A., che è Segretario aggiunto dell'Istituto Americano degli Ingegneri Minerari e Metallurgici, non si dissimula che la statistica da lui allestita sulla quantità (in milioni di cavalli-ora) di lavoro eseguito annualmente nei vari paesi del mondo non può possedere i requisiti di certezza che sarebbero desiderabili. Ciò, d'altra parte, è inevitabile, date le numerose ipotesi e convenzioni su cui l'A. stesso si è dovuto basare nello stabilire le cifre della tabella che riportiamo:

Lavoro compiuto nel mondo in un anno, in milioni di cavalli-ora.

PAESE	Lavoro umano	LAVORO MECCANICO				Totale generale
		Carbone	Oli minerali	Acqua	Totale	
Italia	2	2,5	0,15	1,5	4,15	6,15
Olanda	0,4	2,5	0,1	—	2,6	3 —
Australia	0,3	2,5	0,15	0,06	2,71	3,01
Russia	12 —	3,6	4 —	0,1	7,7	19,7
Cina	20 —	4,5	0,01	—	4,51	24,51
Polonia	1,5	4,6	0,15	0,1	4,85	6,35
India Inglese	13 —	5 —	0,5	0,2	5,7	18,7
Canadà	0,5	5,5	1,8	3,2	10,5	11 —
Belgio	0,4	7,1	0,2	—	7,3	7,7
Giappone	4 —	7,1	0,35	1,3	8,75	12,75
Cecoslovacchia	0,7	7,3	0,01	0,07	7,38	8,08
Francia	2 —	15 —	1 —	1,8	17,8	19,8
Germania	3 —	40 —	0,2	1,3	41,5	44,5
Gran Brettagna	2 —	42,5	3 —	0,3	45,8	47,8
Stati Uniti	5,5	111 —	67 —	12,3	190,3	195,8

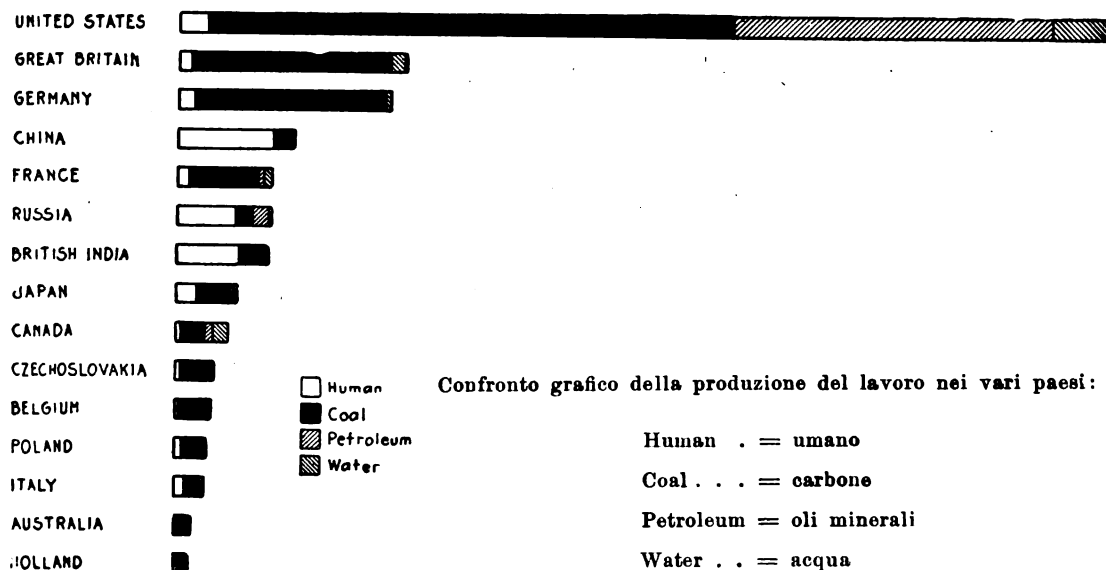
Come si vede, i paesi sono ordinati a seconda della produzione di lavoro per mezzo del carbone; e ne viene a risultare che essi sono ordinati, approssimativamente, anche a seconda del lavoro meccanico; ciò che dimostra come il carbone costituisca ancora il più forte mezzo di produzione di lavoro meccanico. I dati della tabella sono riportati nell'unito diagramma dove però l'ordine dei paesi è diverso.

Confronto grafico della produzione del lavoro nei vari paesi:

Human . = umano

Coal . . . = carbone

Petroleum = oli minerali

Water . . = acqua

Senza soffermarci sui dati sui quali si è fondato l'A., e sui calcoli da lui eseguiti per giungere a stabilire le cifre della tabella, riportiamo le deduzioni che ha formulato.

In primo luogo, è evidente che la maggior parte del lavoro viene eseguito, nei paesi più progrediti (sarebbe più esatto aggiungere: — e che posseggono forti giacimenti di carbone — *N. d. R.*) mediante carbon fossile. La Cina e l'India, infatti, pur avendo popolazioni numerosissime, non giungono a produrre il lavoro che producono paesi a popolazione enormemente meno numerosa. Si vede pure che solo gli Stati Uniti producono ingente quantità di lavoro mediante gli oli minerali. Negli Stati Uniti si produce più lavoro d'origine idraulica che in tutto il resto del mondo; quantunque percentualmente il lavoro idraulico sia appena il 7 % del lavoro meccanico totale. In Italia, invece, il lavoro prodotto con impianti idrici risulta superiore a un terzo del lavoro meccanico totale.

L'osservazione più significativa è che negli Stati Uniti ogni persona può considerarsi accompagnata da 35 schiavi invisibili che lavorano per lei; i 35 schiavi rappresentano l'equivalente in lavoro umano del lavoro prodotto meccanicamente. È anche da notarsi che il rapporto tra la ricchezza individuale e la quota parte di lavoro complessivamente prodotto e spettante a ciascun individuo è eguale negli Stati Uniti e nella Gran Bretagna.

(B. S.) Confronto mediante modelli solidi delle tariffe dell'energia elettrica. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 13 maggio 1926, pag. 554).

È noto che ormai l'impianto delle tariffe per l'energia elettrica si basa su numerosi coefficienti, che servono a tener conto del modo con cui l'energia viene prodotta, degli usi, dell'orario e del fattore di potenza con cui essa viene consumata, della sua disponibilità nei vari periodi dell'anno e di numerosi altri criteri, che variano da regione a regione, e da azienda ad azienda.

L'A. si sofferma ad illustrare il modo con cui, tenendo il debito conto di tali criteri, si può giungere a stabilire le formole che danno le tariffe. Tali formole contengono per lo più tre variabili, di cui una è il prezzo dell'energia, l'altra è il cos φ, e la terza è l'orario annuo di utilizzazione.

Una formola di tale tipo è, per esempio, questa: $p = \frac{12\ C}{B \cos \varphi} + r\ c$; in cui:

p = prezzo del kwo. in pfennig;

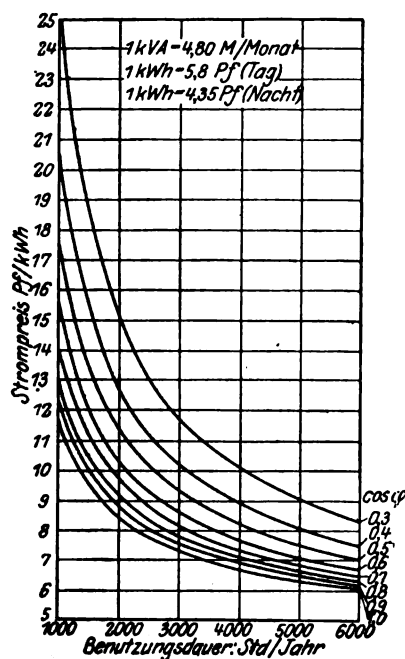
r = fattore di ribasso, che dipende dal consumo *mensile* dell'energia; e che può essere uguale o inferiore a 1. Nel caso concreto, si è stabilito uguale a 0,75.

c = compenso minimo garantito del kwo, in pfennig; in questo caso c = 5.8 pf/kwo.

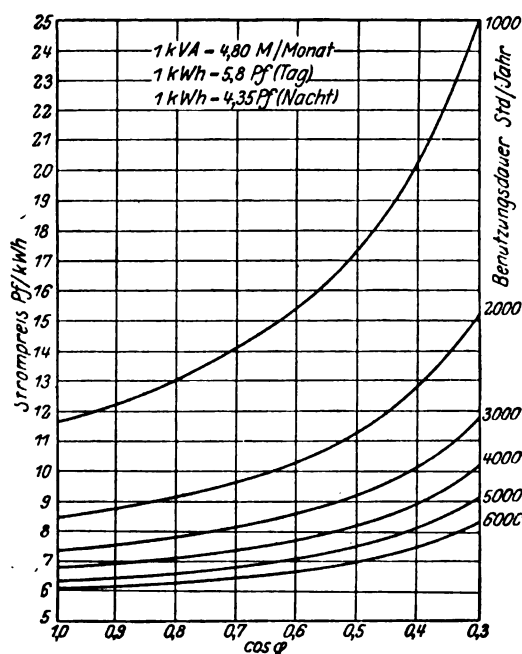
C = compenso minimo garantito del kw.-mese; in pfennig:

B = ore di utilizzazione annua.

Mediante tale formola si possono facilmente tracciare tre diagrammi, uno dei quali (fig. 1) ha per ascisse le ore di utilizzazione annue, e per ordinate il prezzo dell'energia, in pfenni g per kwo. In questo grafico si hanno tante curve quanti sono i valori del cos φ presi in considerazione.

Fig. 1. Fig. 2.

Diciture per le figure 1, 2 e 3:

Strompreis Pf/Kwh = prezzo dell'energia in pfennig per kwo.

Benutzungsdauer Std/Jahr = ore di utilizzazione annue.

Il secondo diagramma (fig. 2) ha per ascisse i valori del fattore di potenza e per ordinate i prezzi; le curve sono tante quanti gli orari di utilizzazione considerati.

Finalmente il terzo diagramma (fig. 3) ha per ascisse i cos φ; e per ordinate le ore di utilizzazione; si hanno tante curve quanti i prezzi presi in considerazione.

Da uno qualunque di questi grafici è facile ricavare una delle tre variabili conoscendo le altre due. In particolare, nel terzo diagramma, il prezzo per un determinato cos φ e un determinato orario di utilizzazione è dato dalla curva (o da una curva intercalata) più prossima al punto che ha per coordinate i dati suddetti.

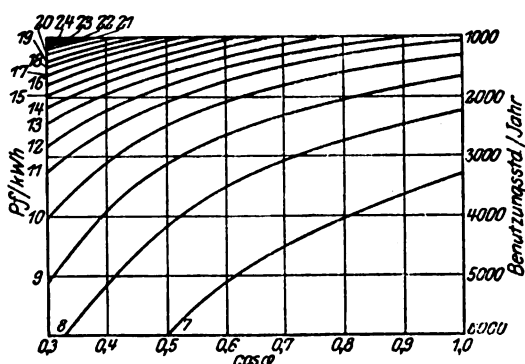



Fig. 3.

Riesce molto utile potere a colpo d'occhio apprezzare la convenienza di una determinata tariffa; e specialmente di confrontare due tariffe fra loro. È ovvio che generalmente non è agevole far ciò mediante l'esame delle formole che stabiliscono le tariffe; mentre è assai più facile il confronto dei diagrammi corrispondenti ad uno qualunque dei tre sistemi illustrati. L'A. parla anche di un metodo veramente geniale, e che facilmente si realizza, per rendere, per così dire, intuitivo l'apprezzamento e il confronto delle tariffe. Basta tracciare (servendosi di una scala unica), su cartoncini le curve dei diagrammi delle fig. 1 e 2 e ritagliare poi i cartoncini stessi secondo il contorno delle curve.

Fig. 4. — Modello solido di tariffe per energia elettrica.

Su un foglio di base disposto su un piano orizzontale si tracciano due assi cartesiani perpendicolari tra loro; e si riportano le scale già adottate nei diagrammi del terzo sistema fattori di potenza e delle ore di utilizzazione. Si fissano quindi verticalmente e ordinatamente sulla base suddetta i cartoncini contenenti le curve del primo sistema; e, perpendicolarmente a quelli, i cartoncini delle curve del secondo sistema. Finalmente le «curve dei prezzi» del diagramma n. 3 vengono materializzate con fili di ferro, opportunamente fissati con rampinetti ai cartoncini. Si ottiene così un modello (vedi fig. 4) quanto mai suggestivo e facilmente confrontabile con altri analoghi.

Per fissare le idee, ci sembra opportuno riportare addirittura il modello che corrisponde a un caso pratico, vale a dire alla tariffa per energia ad alta tensione fornita dalla Società tedesca B. E. W. Si tratta di un diagramma solido che viene usato correntemente sulle riviste tecniche tedesche allo scopo di far propaganda per l'utilizzazione dell'energia con forte orario di utilizzazione e con elevato fattore di potenza.

Fig. 5. — Modello di tariffa della Società B. E. W.

Automotrici Diesel.

L'ing. Mellini, il quale sulla nostra rivista (1) pubblicò, in collaborazione con l'ing. Maggiorelli, un'interessante memoria circa l'applicazione dei motori a combustione interna alla trazione su rotaie, è relatore sul medesimo argomento al Congresso che sarà tenuto a Barcellona (2) dal 10

(1) Vedi: numero doppio luglio-agosto 1924, pagg. 1-17; fascicolo settembre, pp. 68-80.

(2) Vedi questa Rivista, 5 marzo 1926, pag. 118.

al 16 ottobre p. v. dall'Unione Internazionale delle Tranvie, delleFerrovie d'interesse locale e dei trasporti automobilistici.

La relazione predisposta dall'ing. Mellini è sobria e chiara. Egli inquadra storicamente con pochi tratti il problema dell'automotrice con motore ad olio pesante e, pur precisando che «siamo ancora in un periodo sperimentale», accenna alle speranze che si sono concepite per il nuovo sistema di trazione ed ai suoi punti essenziali: tipo del Diesel e tipo della trasmissione.

I sistemi di trasmissione hanno formato oggetto, da parte del relatore, di un'indagine approfondita, che gli ha permesso di riunire un'utile documentazione: per ciascun sistema le soluzioni realizzate sono descritte nelle loro linee essenziali e nei risultati conseguiti o in corso. Purtroppo di alcune esperienze importanti in corso in Inghilterra e in Isvizzera non è stato possibile raccogliere particolari sufficienti per una conveniente esposizione; ma si tratta di lacune inevitabili in una materia in istato di attiva elaborazione e che il relatore ha cercato di ridurre al minimo.

Le conclusioni ci sembra opportuno riportarle integralmente:

1° Il problema dell'applicazione dei Diesel alla trazione su rotaie, quantunque abbia notevolmente progredito, non può essere considerato risolto. La tecnica ferroviaria si trova ancora, su questo punto, in un periodo sperimentale.

2° Il motore Diesel che sarà preferito per le locomotive delle ferrovie e delle tranvie non sarà — è quasi certo — del tipo Diesel per usi statici o marittimi.

Ciò che interessa è lo studio di un Diesel più rapido, con un numero di giri non inferiore a 400. Quasi tutti gli specialisti e le officine di costruzione seguono siffatte direttive.

3° Per la trazione leggera, su linee a traffico ridotto e con carrozze automotrici, lo sviluppo del Diesel sembra esiga una velocità rotativa anche superiore a quella indicata innanzi. Il numero di giri non può essere di molto inferiore a 1000. È chiaro il vantaggio di utilizzare metalli speciali e leggeri, la necessità di una buona lubrificazione del cilindro e il suo raffreddamento normale. La messa in marcia automatica è indispensabile.

4° La trasmissione elettrica è, per il momento, la più diffusa e quella che offre le più grandi speranze di successo, specialmente per macchine di media potenza. Tuttavia si debbono ancora superare notevoli difficoltà riguardanti l'ingombro, il peso, il prezzo di costo e di manutenzione della locomotiva.

5° La trasmissione meccanica, specialmente quella con comandi magnetici, potrebbe dimostrarsi preferibile per le grandi unità di una potenza superiore a 1000 HP.

6° Le trasmissioni idraulica e pneumatica sono teoricamente seducenti, ma non hanno offerto ancora prove sufficienti che consentano di apprezzarne tutto il valore pratico sulla rotaia. Sembra che il primo tipo di trasmissione debba limitare il suo dominio alle locomotive di piccola e di media potenza.

7° Tecnicamente e praticamente nulla si oppone all'applicazione del motore Diesel per la trazione.

Al contrario i risultati attuali permettono di affermare che il motore Diesel troverà una applicazione come motore per le ferrovie e le tranvie.

(B. S.). Particolari tipi di costruzione delle locomotive a vapore. (*Zeitschrift des Osterr. Ingenieur- und Architekten - Vereins*, 25 giugno 1926, pag. 265).

La locomotiva a vapore, dalla « Rocket » di Stephenson del 1829 alle attuali, ha compiuto indiscutibilmente notevoli progressi, sia in potenza che in rendimento. Tale progresso, però, almeno per quanto riguarda le potenze raggiunte dalle locomotive, e, approssimativamente, anche per quanto riguarda il rendimento, non ha avuto uno svolgimento uniforme; ciò è dimostrato dal

diagramma fig. 1, che fa vedere come l'incremento medio annuo delle potenze delle locomotive a vapore abbia avuto un netto aumento dall'anno 1890 ad oggi. La causa di ciò va ricercata, oltre che nella raggiunta perfezione costruttiva delle locomotive, specialmente nell'adozione di miglioramenti tecnici, quali il *compound*, il surriscaldamento, il preriscaldamento colla combustione del fumo, la distribuzione a valvola, ecc.; ma *specialmente* nell'aumento della pressione del vapore; che da 3,5 atmosfere nella locomotiva « Rocket » salì nel 1890 a 10 atmosfere; ed ha raggiunto oggi le 16÷18 atmosfere.

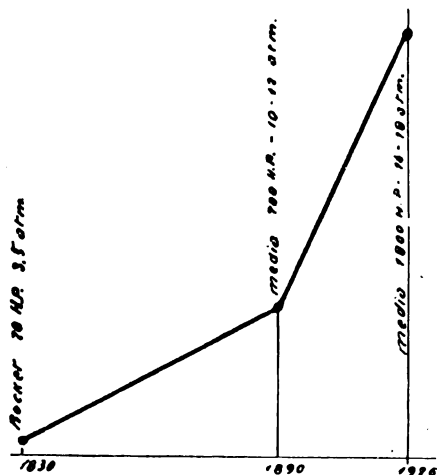



Fig. 1.

Maggiori progressi, secondo l'A., sono da attendersi in avvenire in potenza e specialmente in rendimento (e conseguentemente in economia nel consumo di acqua e carbone) dai seguenti tipi di locomotive, verso cui si orientano i moderni costruttori:

a) Locomotiva a turbina, che lavora (per quanto è dato finora di conoscere) con vapore surriscaldato a pressione normale, e che possiede un condensatore di vapore con refrigeramento ad acqua; il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione col vapore e coi gas di scappamento; come pure, in alcuni casi, il preriscaldamento dell'aria per la combustione.

b) Locomotiva a vapore ad alte pressioni, a vapore surriscaldato alla pressione di almeno 40 atmosfere; pure con preriscaldamento.

L'A. cita anche varie locomotive di tali tipi presentate alle più recenti esposizioni, come quella di Wembley del 1924 e quella di Monaco dello scorso anno; o che si trovano in studio nei paesi tedeschi. Tralasciamo tali descrizioni; e riportiamo invece tre interessanti diagrammi comparativi (fig. 2), che dimostrano come si utilizza e si dissipa il calore di combustione nelle locomotive di tre tipi fondamentali e conseguentemente quali sono gli aumenti di rendimento ottenuti mediante l'adozione dei vari perfezionamenti; e cioè:

A) locomotive originarie a vapore a 15 atm.;

B) locomotive alla stessa pressione (15 atm.) a vapore surriscaldato e con preriscaldamento dell'acqua di alimentazione e dell'aria;

C) locomotive a vapore surriscaldato alla pressione di 30 atm.; e munite degli impianti come nella locomotiva di cui il diagramma *B*).

Nei diagrammi viene indicato — utilizzando un sistema di rappresentazione schematica ormai molto diffuso — come e in quale proporzione percentuale il calore totale della combustione (100 %), immesso in una condotta simbolica, si distribuisca nelle derivazioni, di cui alcune (quelle contrassegnate con varie lettere minuscole) corrispondono alle varie cause di dispersione, ed una (quella contrassegnata dal tratteggio) rappresenta l'energia utilizzata in lavoro meccanico.

Le lettere minuscole hanno, nel diagramma *A*, i seguenti significati:

a = calore ceduto alla superficie riscaldata della caldaia;
b = perdita per gas sfuggiti nel fumo.
c = perdite di calore nel focolare;
d = calore richiesto per la produzione del vapore.
f = perdita per vapore sfuggito attraverso il tubo di scappamento.
g = perdite di calore causate dal raffreddamento.
h = ricupero di calore per mezzo dell'iniettore.
i = perdita di calore attraverso l'iniettore.

Nei diagrammi *B* e *C* le lettere minuscole hanno i significati che qui di seguito indichiamo:

a = calore ceduto alle superfici riscaldate della caldaia, del surriscaldatore e del preriscaldatore

b' = perdite per gas sfuggiti nel fumo;

b'' = calore richiesto per il preriscaldatore dell'aria;

b''' = perdita di calore per gli impianti ausiliari;

c = perdita di calore nel focolare;

d = calore richiesto per la produzione di vapore;

f = perdite per vapore sfuggito attraverso il tubo di scappamento o nel condensatore;

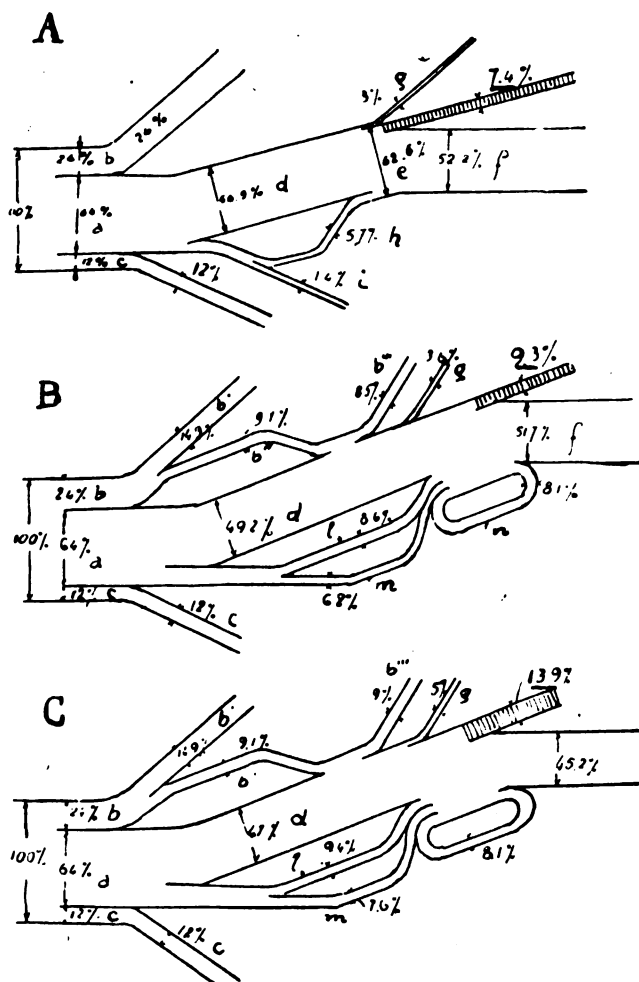
g = perdita per raffreddamenti;

l = calore richiesto dal preriscaldatore, dell'aria;

m = calore richiesto dal preriscaldatore dell'acqua di alimentazione;

n = calore richiesto dal surriscaldatore del vapore.

Fig. 2.

Come si vede dai diagrammi, passando da un tipo all'altro di locomotiva, il rendimento, si eleva da 7,4 al 9,3 al 13,9 %. L'A. fa osservare, a tale proposito, che mentre l'aumento percentuale di rendimento, che si ha passando dal tipo *A* a quello *B* è del 20,3 % $\left(\Delta n_1 = 100\left(1 - \frac{7,4}{9,3}\right) = 20,3\right)$; l'aumento realizzato da *B* a *C* è del 33,1 % $\left(\Delta n_2 = 100\left(1 - \frac{9,3}{13,9}\right) = 33,1\right)$. Ciò, a criterio dell'A., deve servire a indicare che la via da seguire, per realizzare sempre migliori rendimenti nelle locomotive a vapore, è appunto quella di aumentare la pressione in caldaia; ciò che, del resto, si è attuato lentamente, ma progressivamente, dall'anno 1890 ad oggi; e che sembra si debba attuare con sempre maggiore rapidità nelle costruzioni moderne.

Carro speciale per il trasporto di carichi eccezionali per dimensioni e peso. (*Les Chemins de fer et les Tramways*, marzo 1926).

Abbiamo avuto occasione di segnalare in varie riprese casi di carichi eccezionali, che hanno richiesto, per il trasporto, accorgimenti e ripieghi di qualche interesse.

In altri casi si è obbligati a smontare addirittura apparecchi già completamente allestiti e provati per poi rimontarli a destino, come avveniva alla Casa Thomson-Houston per il trasporto di apparecchi alti circa 4 metri e del peso di 70 tonn.

Per evitare un insieme di operazioni così oneroso, la casa interessata ha fatto costruire un carro speciale costituito essenzialmente da una piattaforma montata su due carrelli a tre assi, che consente il trasporto dei citati apparecchi nella loro integrità.

Gli aumenti di tariffa in Francia. (*Industrie des voies ferrées et des transports automobiles*, febbraio 1926).

È noto che gli aumenti delle tariffe ferroviarie, verificatisi sopratutto dopo la guerra, hanno già dato luogo a molteplici studi e confronti. Ci sembra tuttavia utile segnalare, a titolo di documentazione, questo studio del dott. R. Thévenez (1), il quale esamina successivamente: la natura e l'importanza di ciascuno dei cinque aumenti applicati alle tariffe delle grandi reti francesi a partire dal 1918; l'onere fiscale; la variazione avutasi col 1° gennaio 1926; l'importanza degli aumenti complessivi rispetto al 1913, e dei singoli aumenti francesi rispetto a quelli degli altri paesi.

Ing. T. JERVIS. — Manuale pratico di elettrotecnica; 5ª ediz. *riveduta e corretta*, p. 602, con 280 figure nel testo (Edizione S. Lattes e C., Torino-Genova).

Il manuale testè pubblicato può dirsi, anzichè una nuova edizione del vecchio manuale del medesimo autore e del medesimo titolo, un libro completamente nuovo. Molte parti, infatti, come quella riguardante le unità e gli apparecchi di misura, la trattazione dell'elettromagnetismo, del magnetismo, e specialmente delle correnti alternate, possono riguardarsi come interamente rifatte. Il volume, nella sua nuova forma, riesce insieme un libro di studio e un *vade-mecum* per i pratici.

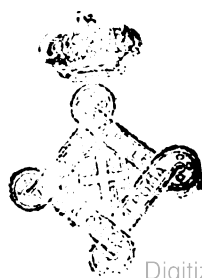
Nella prima parte, in forma piana, sono esposti i principi teorici fondamentali di fisica e di meccanica che servono di base all'elettrotecnica; e quindi le teorie sull'elettrologia. La parte seconda, che è la più estesa, riguarda l'elettrotecnica industriale: è essenzialmente descrittiva; ma non è trascurato lo sviluppo dei calcoli principali sebbene con mezzi elementari.

In tale parte rientra naturalmente lo studio de generatori elettrici e delle macchine utilizzatrici (trasformatori, convertitori, motori e accumulatori), nonchè quello sul trasporto, sulla distribuzione e, per quanto in limiti modesti, anche sui due principali modi di utilizzare l'energia elettrica: illuminazione e trazione. Un capitolo dà norme pratiche per i meccanici e montatori elettricisti e descrive i principali inconvenienti che possono verificarsi nel funzionamento delle macchine elettriche, i modi di individuarli ed eliminarli. Nell'appendice sono riportati vari dati e tabelle, che costituiscono come un prontuario per il calcolo delle linee di trasporto e di distribuzione.

Il volumetto è ricco di illustrazioni che ne facilitano la lettura e la consultazione.

(1) Sullo stesso argomento citiamo l'articolo pubblicato posteriormente dal dott. G. Chalet sulla *Revue Universelle des Transports*, nel numero del 10 marzo 1926.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

(3273) Roma - Grafia, S. A. I. Industrie Grafiche, via Ennio Quirino Visconti, 13 A

ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE
Società Anonima - Capitale Sociale L. 55.000.000; versato 54.400.000
MILANO - Via Gabrio Casati, 1 - MILANO
STABILIMENTI:
SESTO S. GIOVANNI (Milano). UNIONE. — Acciaieria - Laminatoi - Fonderia ghisa ed acciaio.
SESTO S. GIOVANNI (Milano). CONCORDIA. — Laminatoi per lamiere e lamierini - Fabbrica tubi saldati - Bulloneria.
SESTO S. GIOVANNI (Milano). VITTORIA. — Trafileria acciaio - Cavi e funi metalliche, reti, ecc. - Laminati a freddo - Catene galle.
SESTO S. GIOVANNI (Milano). VULCANO. — Leghe metalliche - Ferro manganese - Ferro silicio - Ghisa speculare, ecc.
DONGO (Como). FORNO. — Ferriera e fonderia di ghisa.
DONGO (Como). SCANAGATTA. — Fabbrica tubi senza saldatura extra sottili per aviazione, aeronautica, ecc.
MILANO (Riparto Gamboloita n. 21-A). — Fabbrica tubi senza saldatura «Italia» - Laminatoi per ferri mercantili e vergella.
VOBARNO (Brescia). — Ferriera - Fabbrica tubi saldati ed avvicinati - Trafileria Punte - Brocche - Nastri - Cerchi.
ARCORE (Milano). — Trafileria - Fabbrica tele e reti metalliche - Lamiere perforate - Griglie.
BOFFETTO e VONINA (Valtellina). — Impianti idroelettrici.
PRODOTTI PRINCIPALI:
LINGOTTI in acciaio dolce e ad alta resistenza.
ACCIAI speciali - Fusioni di acciaio e ghisa.
FERRI e ACCIAI laminati in travi e barre tonde, quadre, piatte: sagomati diversi.
ROTAIE e Binarietti portatili - VERGELLA per trafilatura - FILO FERRO e derivati - FILO ACCIAIO - Funi metalliche - Reti - Punte - Bulloneria - Cerchi per ciclismo e aviazione - Lamiere perforate - Rondelle - Galle e catene a rulli - Broccame per scarpe
LAMINATI a freddo - Moietta - Nastri.
Tubi senza saldatura «Italia» per condotte d'acqua, vapore, gas, aria compressa - Tubi per caldaie d'ogni sistema - Candelabri - Pali tubolari - Colonne di sostegno - Tubi extra-sottili per aeronautica, biciclette, ecc., circolari, ovali, sagomati diversi.
TUBI SALDATI per gas, acqua, mobilio - Sagomati vuoti - Raccordi - Nipples, ecc.
TUBI AVVICINATI e derivati per mobilio, biciclette, ecc
Indirizzo Corrispondenza: ACCIAIERIE E FERRIERE LOMBARDE - Via Gabrio Casati, 1 - Milano (8)
Telefoni: 88-541 - 88-542 - 88-543 - 88-544 — Telegrammi: "IRON", Milano
MOSTRA CAMPIONARIA PERMANENTE: MILANO - Via Manzoni, 37 - Telefono 85-85

Anno XV – Vol. XXX – N. 3. RIVISTA MENSILE Roma, 15 Settembre 1926.
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) Dollari **4½**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. **36**
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (20) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Anno XV. - Vol. XXX. 15 settembre 1926 - N. 3

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

L'attraversamento del Lago di Massaciùccoli con una linea elettrica a 60.000 volt

Ing. EUGENIO THESEIDER-DUPRÈ
per incarico del Servizio Lavori delle FF. SS.

GENERALITÀ. — Presso il lago di Massaciùccoli (Viareggio) la Società Torbiere d'Italia ha costruito una Centrale termoelettrica che utilizza i vasti giacimenti di torba esistenti in quella località.

Questa Centrale attualmente è adibita all'alimentazione delle linee ferroviarie elettrificate del gruppo ligure-piemontese. Per potere alimentare anche il gruppo di linee in corso di elettrificazione e da elettrificare nell'Emilia si stabilì di costruire una linea primaria a due terne alla tensione di 60.000 volt dalla Centrale delle Torbiere alla sottostazione di Vaioni (Pistoia).

Questa primaria servirà anche come collegamento fra gli impianti che alimenteranno il gruppo emiliano e quelli che alimentano il gruppo ligure-piemontese-toscano, rendendo possibile quegli scambi di energia che valgono a migliorare il coefficiente di utilizzazione degli impianti stessi.

TRACCIATO. — La centrale di Torre del Lago è situata, come vedesi dall'annessa planimetria (v. figura 1), sulla sponda ovest del Lago di Massaciùccoli e presso di essa è stata costruita a cura delle F. S. una sottostazione elevatrice da 4000 volt a 60.000 volt dalla quale doveva partire la linea primaria di che trattasi.

Il terreno circostante al lago è tutto torboso ed acquitrinoso ed in esso non è possibile la costruzione di blocchi di calcestruzzo per i pali in ferro della primaria; inoltre essendo il terreno poco praticabile, non era consigliabile, nei riguardi dell'esercizio, scegliere un tracciato che costeggiasse le sponde del lago.

Non restava quindi altra soluzione che raggiungere col tracciato la linea primaria Pisa-Spezia, seguirla fino a Viareggio e poi fiancheggiare la Viareggio-Lucca fino a portarsi nella direzione di uno dei valichi nella catena di colline che divide la zona litoranea della piana di Lucca.

Con questa soluzione si venivano però a percorrere tre lati di un quadrilatero invece di uno con una maggiore lunghezza di 7 km. e quindi una notevole maggiore spesa.

Sorse allora l'idea di adottare senz'altro il percorso più breve, attraversando il lago coll'adozione di speciali fondazioni per i pali della primaria e di far portare, per evidenti

Fig. 1. — Planimetria generale.

ragioni di economia, in questo tratto le due terne di fili da una palificazione unica, mentre nel rimanente percorso si hanno due palificazioni separate, poste ad opportuna distanza. Col percorso diretto si venivano a risparmiare 7 km. di linea, si aveva un minor numero

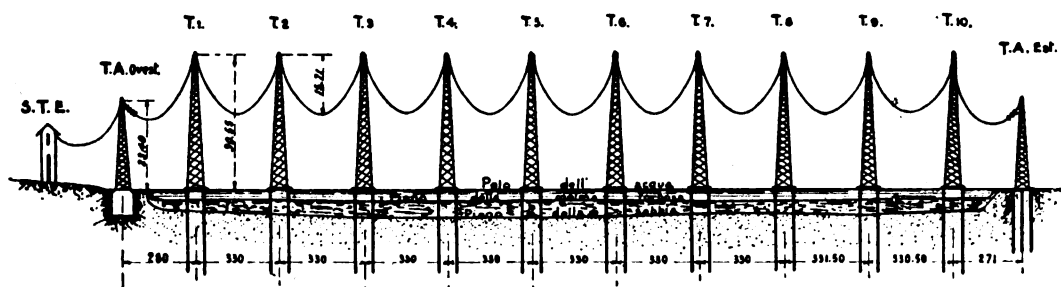



Fig. 2. — Profilo della linea attraverso il lago.

di sostegni e di isolatori che, come è noto, costituiscono i punti deboli delle linee elettriche, e pur richiedendo uno studio accurato e profondo e speciali modalità costruttive, non presentava insormontabili difficoltà tecniche nè di costruzione nè di esercizio.

Il primo tracciato scelto tagliava il lago circa a metà secondo la direzione W-Est e, fiancheggiato il paese di Massaciùccoli, superava le colline al valico di Nozzano. In seguito però ad alcune opposizioni locali e della Direzione Generale delle Belle Arti, che temeva un eventuale deturpamento alla bellezza del paesaggio, si dovette spostare il tracciato disponendolo parallelemente alla sponda Nord del lago ed attraversando le colline al valico di Quiesa.

In tal modo fu eliminato ogni possibile disturbo alla visuale del lago senza aumento considerevole della lunghezza della linea.

Il problema delle fondazioni. — La possibilità della soluzione sopra esposta, che indubbiamente si presentava come ardita ed originale, era legata allo studio delle fondazioni da adottare per i pali nella parte attraverso il lago.

Si espongono qui di seguito i concetti seguiti nello studio e nel progetto dell'opera.

Dopo vari confronti e calcoli la struttura più conveniente risultò quella costituita da un cavalletto in cemento armato formato su quattro gambe cilindriche, disposte secondo i vertici di un quadrato in corrispondenza dei quattro montanti di un palo metallico a traliccio sostenente la linea, e riunite con quattro traverse orizzontali perimetrali e due diagonali (v. figg. 3, 4, 5, 6).

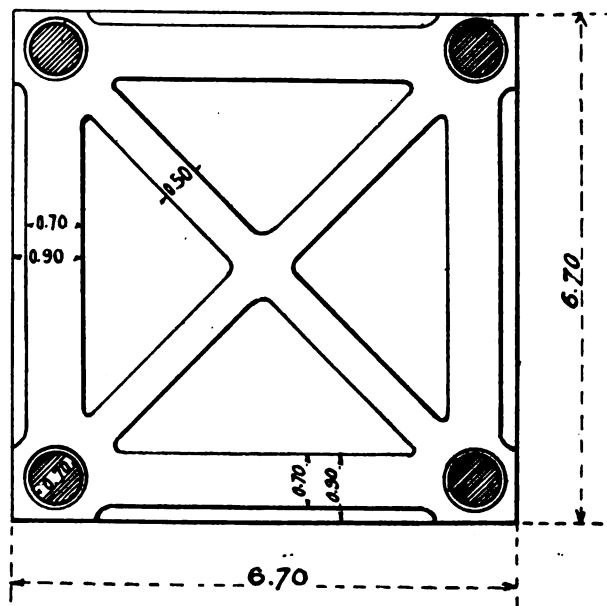



Fig. 3. — Cavalletto di fondazione (pianta).

Lo studio della struttura è stato fatto in concomitanza con quello del tipo di palo in ferro per poter stabilire la campata e l'interasse più economici.

La campata più conveniente risultò di 300-350 metri; fu scelta come campata *normale* quella di 330 metri con un'altezza di palo metallico fuori fondazione di m. 30,55 e con un interasse di m. 5,60 fra gli assi delle gambe del cavalletto.

Le campate per l'attraversamento sono in numero di undici, alle due estremità si hanno due amarraggi completi; quello lato W è il capolinea, quello Est si è fatto coinci-

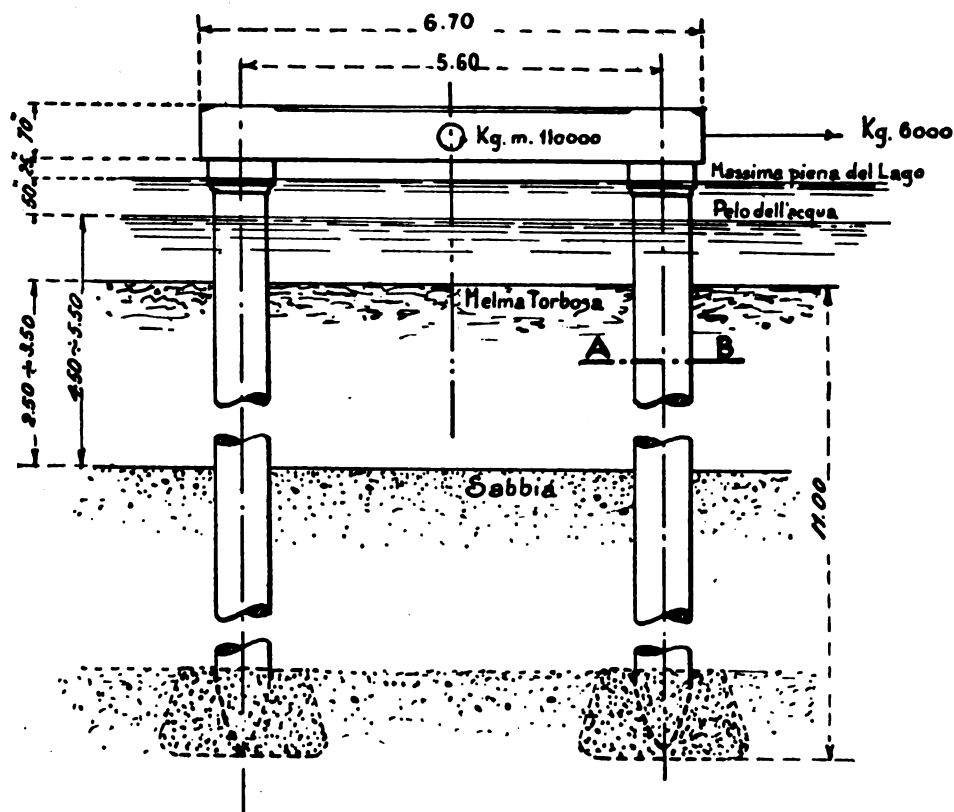



Fig. 4. — Cavalletto di fondazione (elevazione).

dere con un palo d'angolo e costituisce anche il passaggio dalla palificazione unica con due terne di conduttori alle due palificazioni separate con terna unica. Date le forti sollecitazioni che debbono essere sopportate dai pali di amarraggio (essi devono resistere, come è noto, al tiro completo di tutti i fili da una stessa parte) sono state adottate per le campate loro corrispondenti dei valori minori di quelle dei pali di sospensione e cioè 280 metri per l'amarraggio W e 271 metri per l'amarraggio Est (le differenze sono dovute a necessità topografiche). Con questo provvedimento si è potuto diminuire l'altezza del palo ed adottare così sostegni meno costosi (v. fig. 2).

Il calcolo della struttura è stato fatto considerandola come costituita da due telai in parallelo sia nella direzione della linea sia in direzione normale.

Il calcolo comprende due parti:

1º Verifica della stabilità generale del sistema.

2º Determinazione delle sollecitazioni nei vari elementi del telaio e calcolo delle dimensioni.

1. *Verifica della stabilità generale del sistema.* — Per i pali di semplice sospensione le sollecitazioni maggiori sono quelle in direzione normale alla linea e sono date dalla pressione del vento sui fili e sul palo; per i pali di amarraggio le sollecitazioni maggiori sono invece quelle nel senso stesso della linea e sono date dalla tensione totale massima dei fili e della pressione del vento sul palo.

Sia F la risultante di tutte le sollecitazioni applicata all'altezza h dal cavalletto.

Immaginiamo di applicare alla testa del cavalletto due forza $+F$ e $-F$; la F superiore e la $-F$ dànno un momento $M = F \times h$ (v. fig. 7).

Sia o il punto che corrisponde a quello in cui la pressione sul terreno è nulla; tale punto si determina supponendo che le reazioni laterali del terreno contro il palo siano distribuite con *legge parabolica*, il che corrisponde all'ipotesi che col crescere della profondità le deformazioni del terreno diminuiscano con legge inversamente proporzionale alla profondità stessa. Tale ipotesi è ormai la più accettata ed è stata confermata dagli studi del prof. Mohr e dalle esperienze del prof. Engels. Al momento di rovesciamento $M_r = F(h + h_1)$ si oppongono:

Fig. 5. — Cavalletto di fondazione (prima del montaggio del palo).

1° Il momento dovuto al peso P della intera struttura (palo a traliccio, fili, solettone, pali in cemento armato).

2° Il momento dovuto alla forza di attrito che si sviluppa fra la superficie laterale del palo ed il terreno.

In base ai dati più attendibili e tenuto conto che la resistenza di attrito cresce alla profondità, si è assunto per essa un valore medio di 2200 kg. per mq. di superficie laterale.

3° Il momento dovuto alla risultante $S_1 - S_2$ delle reazioni laterali del terreno.

Evidentemente dovrà essere:

$$M_s > M_r$$

ossia il coefficiente di stabilità:

$$K = \frac{M_s}{M_r}$$

dovrà essere maggiore di uno.

La struttura è stata dimensionata in modo che, calcolati i momenti come sopra, si abbia

$$K = 3 \text{ (circa)}$$

2. *Determinazione delle sollecitazioni nella struttura.* — Dato che le gambe del cavalletto (montanti) e la traversa sono dello stesso materiale (calcestruzzo), ben collegate

con opportuna armatura, è più che verosimile l'ipotesi che i montanti siano perfettamente incastrati nella traversa e che quindi il sistema si possa considerare come un telaio. Nei

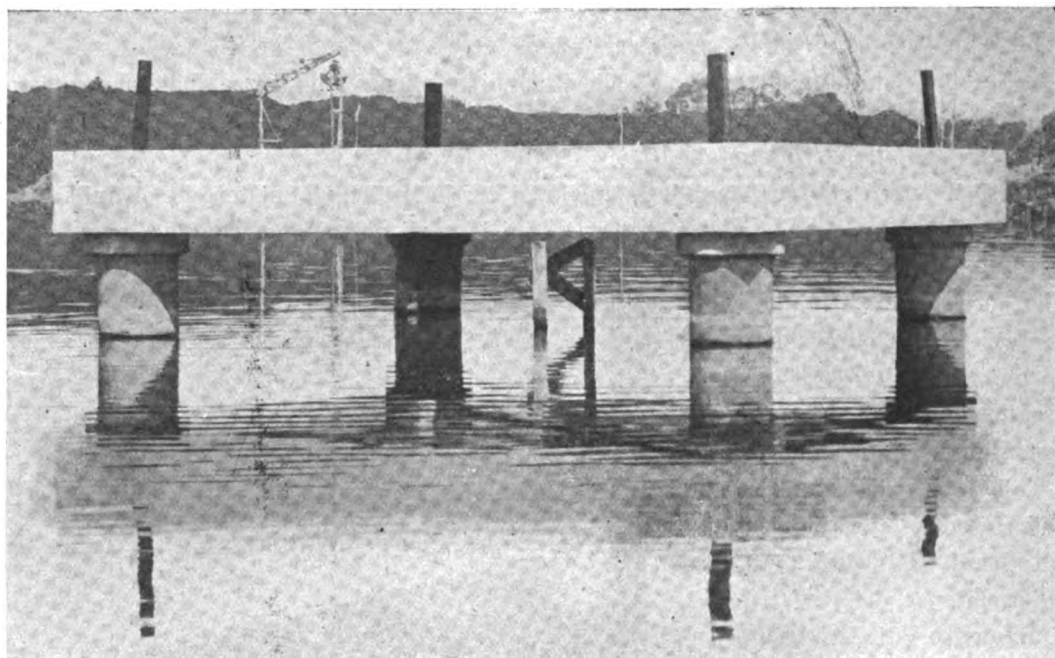



Fig. 6. — Cavalletto di fondazione.

riguardi invece delle estremità inferiori dei montanti non si può fare l'ipotesi nè dell'incastro perfetto, perchè certamente si avranno delle deformazioni nel terreno a causa delle quali l'asse geometrico del palo non potrà conservare una direzione costante rispetto alle variazioni del carico, nè quella della cerniera, poichè in tale caso si dovrebbe considerare nulla la resistenza del terreno laterale, ciò che non corrisponde alla realtà. Quindi lo stato di fatto sarà quello di un incastro parziale ed in via di approssimazione si potrà prendere come valore del momento in testa al montante quello che risulta dalla media dei momenti calcolati nelle due ipotesi: 1°) piede incastrato; 2°) piede a cerniera (v. fig. 8).

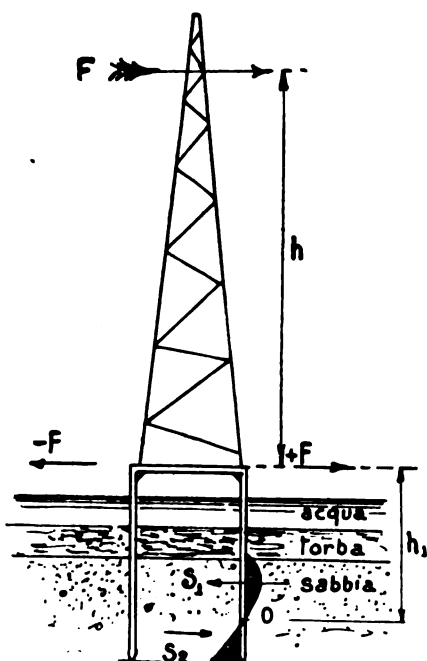



Fig. 7.

Essendo l'ipotesi dell'incastro più probabile di quella della cerniera, si è presa non la media aritmetica, ma una media ponderale.

La coppia $+ f$ (in alto) e $- f$ (in basso), dove f è la risultante delle forze orizzontali applicate a ciascun telaio $= \frac{F}{2}$, equivale ad un momento: $f\,h = m$ (v. fig. 9).

Questo momento produce nei montanti solamente sforzi assiali: $\pm a = \frac{m}{d}$.

Invece la forza f applicata alla traversa del telaio dà luogo anche ai momenti flettenti $M_a = -M_b$ che si calcolano con i noti metodi di risoluzione dei sistemi iperstatici (ellisse di elasticità, lavori virtuali, ecc.).

Fig. 8.

Alle sollecitazioni assiali a, già determinate, occorre aggiungere per i montanti le sollecitazioni b dovute al peso proprio di tutta la costruzione (peso palo a traliccio, peso cavalletto, peso fili, isolatori, ecc.). Conoscendo allora il momento $M_a = -M_b$ applicato in testa a ciascun montante e la risultante $c = a + b$ delle sollecitazioni assiali, si può calcolare l'eccentricità di detta risultante e quindi procedere alla verifica della sezione trasversale in testa del montante nei riguardi della sollecitazione di pressione e flessione con il noto metodo grafico Mohr-Guidi e ricavare gli sforzi del ferro e del calcestruzzo.

Fig. 9.

Il risultato dei calcoli condotti come sopra ha portato per i montanti all'adozione di una sezione circolare del diametro di 61 cm., armata con 20 tondini di ferro omogeneo diametro 26 mm. (v. fig. 10).

Esecuzione del lavoro. — Per il tracciamento furono fissati due punti dell'allineamento e con accurata triangolazione fu misurata la lunghezza del tracciato attraverso il lago. Stabilita la posizione dei due amarraggi estremi, i singoli picchetti furono fissati facendo stazione con un teodolite su una delle sponde e collimando ad un punto dell'allineamento; servendosi quindi di una barca a motore si fece il tracciamento diretto mediante una fune metallica munita di sugheri, convenientemente tesata della quale fu preventivamente misurata la lunghezza; il limite di ogni campata venne indicato con due pali di legno conficcati saldamente nel fondo del lago ed emergenti per circa un metro e posti approssimativamente nella direzione data

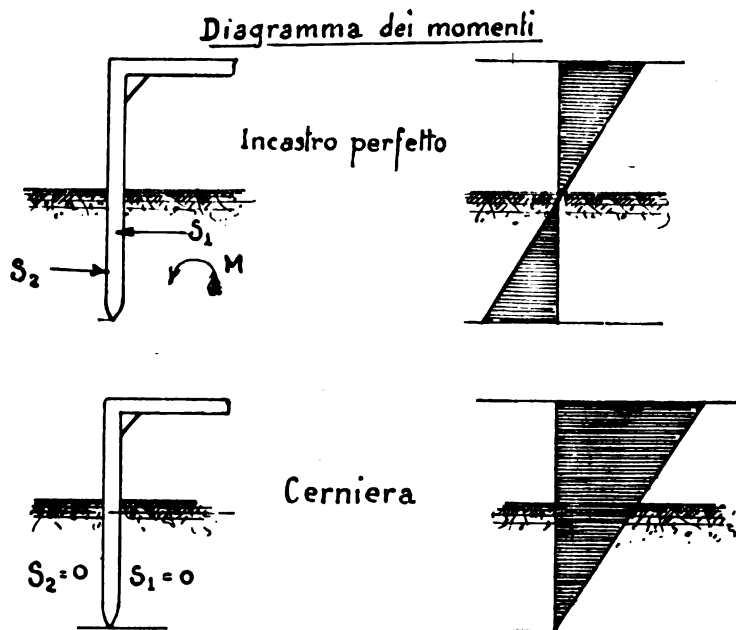
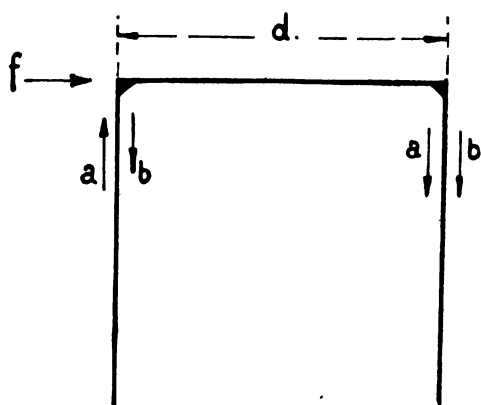
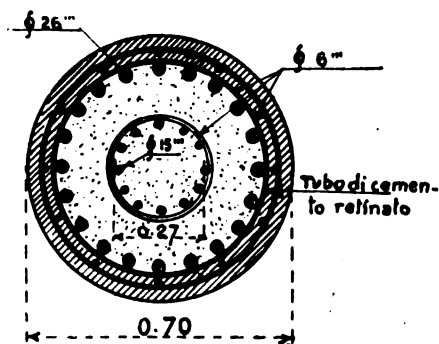



Fig. 10. — Sezione del montante.

dal teodolite. I due pali vennero riuniti con una traversa orizzontale, su cui si potè agevolmente segnare con tutta precisione a mezzo del teodolite l'asse dell'allineamento.

L'esecuzione del lavoro fu affidata alla Società Cemento Armato e Retinato Gabellini di Roma la quale ha eseguito i pali in opera mediante getto entro predisposti pozzi cilindrici del diametro esterno di 70 cm. formati con tubi di cemento retinati tipo Gabellini della lunghezza di m. 2 ciascuno, collegati con opportuni giunti. I tubi di cemento retinato (tubi di calcestruzzo

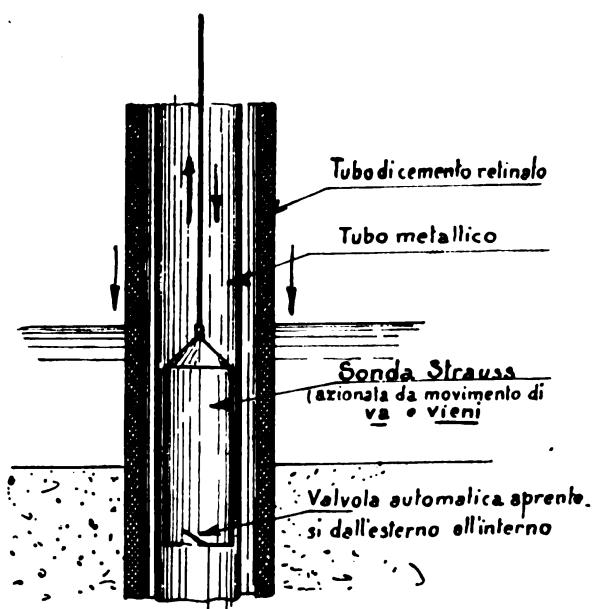



Fig. 11.

Fig. 12. — Affondamento del pozzo.

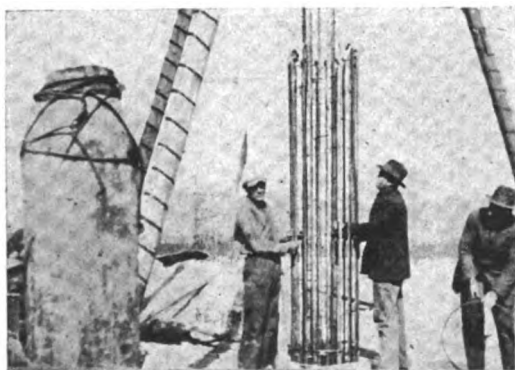



Fig. 13. — Messa in opera dell'armatura metallica.

armati con una rete metallica a piccole maglie, rinforzata da un leggero scheletro di tondini, disposti lungo le generatrici) vennero eseguiti in cantiere e sottoposti a conveniente stagionatura (si prescrissero 45 giorni).

È stata preferita tale struttura perchè i tubi retinati costituenti il pozzo vengono, a lavoro ultimato, a costituire un buon involucro di protezione alla parte *portante* propriamente detta, che viene così ad essere esclusa dal contatto diretto dell'acqua. Inol-

tre col sistema adottato non c'è il pericolo, come nei pali eseguiti fuori d'opera e messi a posto col battipalo, della formazione di crinature che, nel caso in esame, sarebbero state dannose, dato che i pali sono a diretto contatto dell'acqua.

Per ottenere più sicura tenuta, nell'impasto per la confezione dei tubi, fu prescritta

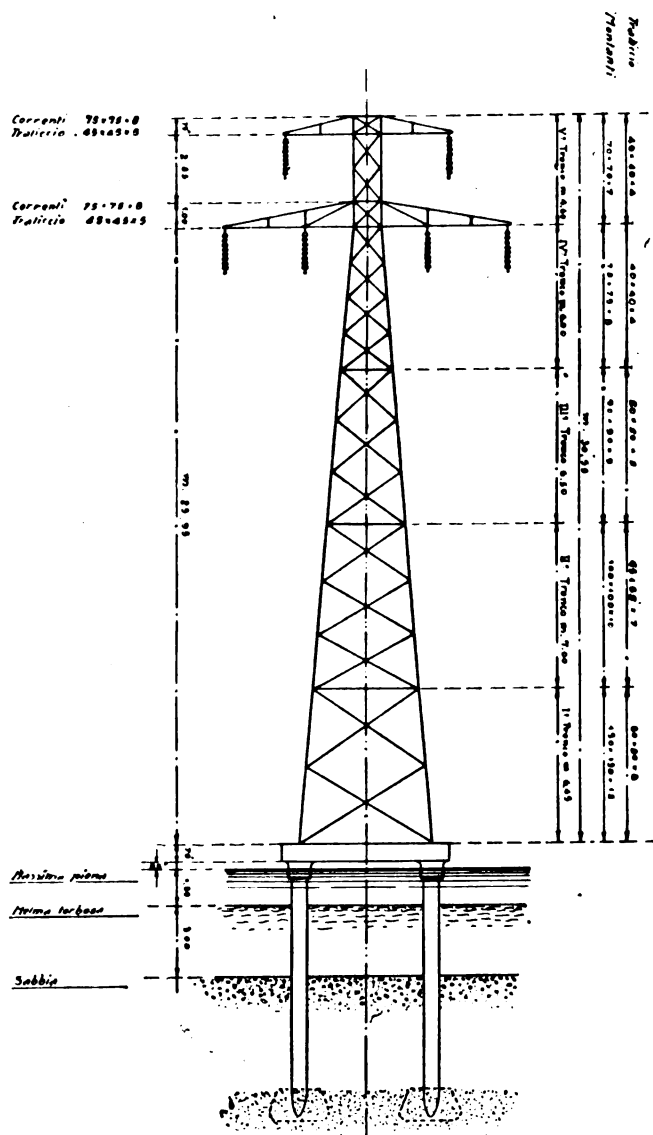



Fig. 14. — Palo di sospensione.

l'adozione di un idrofugo (fu prescelto l'idrofugo Bianco su cui le F. S. avevano già eseguito esperimenti soddisfacenti).

L'impermeabilità dei pozzi fu verificata lasciandoli aperti una settimana prima di procedere al getto del calcestruzzo.

Per costruire il pozzo si calarono da un'impalcatura di legname i tubi, di cui il più basso era munito di apposito tagliente, utilizzando il loro peso fino ad incontrare il primo strato resistente di sabbia, e poi si mise in azione una sonda Strauss che scorreva nel-

l'interno del pozzo, manovrata dall'impalcatura mediante capra ed argano. Man mano che la sonda eliminava la sabbia, il pozzo affondava, facilitato dal sovraccarico di apposita zavorra (v. figg. 11, 12 e 13).

Costruito ed affondato il pozzo per 5-6 metri nello strato di sabbia, si è posta in opera

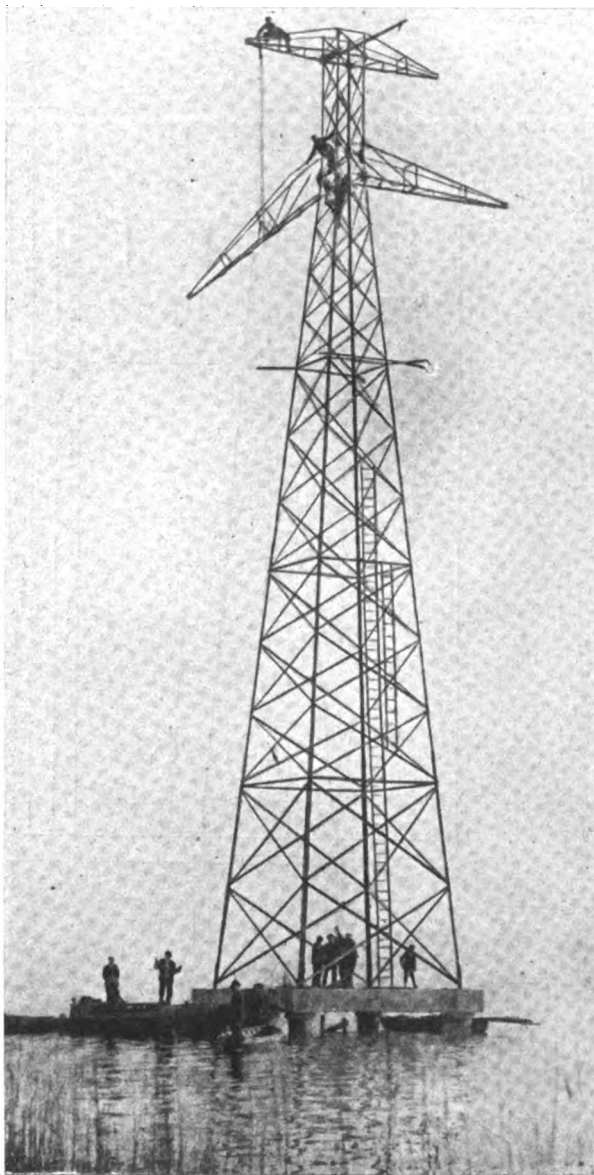



Fig. 15. — Montaggio di un palo di sospensione.

l'armatura metallica e si è eseguito il getto del calcestruzzo, adoperando per la zona più profonda un secchiello automatico per impedire la separazione degli elementi costituenti il calcestruzzo.

La palificazione in ferro. — I sostegni in ferro sono del tipo a traliccio con doppio sistema di diagonali. L'altezza totale del palo di sospensione è di m. 30,55; i conduttori,

di rame elettrolitico, hanno sezione di 78,54 cmq., sono in numero di sei (2 terne) disposti in due piani orizzontali e sostenuti due dalla mensola superiore, quattro dalla inferiore. Una scaletta in ferro permette di salire agevolmente sul palo (v. figg. 14, 15 e 16).

La parte superiore dei pali, invece di essere verniciata, è stata sottoposta al noto processo di zincatura Schoop [ideato dall'ing. M. U. Schoop di Zurigo; consiste nella fusione del metallo mediante fiamma ossiacetilenica e suddivisione in minutissime particelle che si proiettano sulla superficie da metallizzare mediante un getto di aria com-

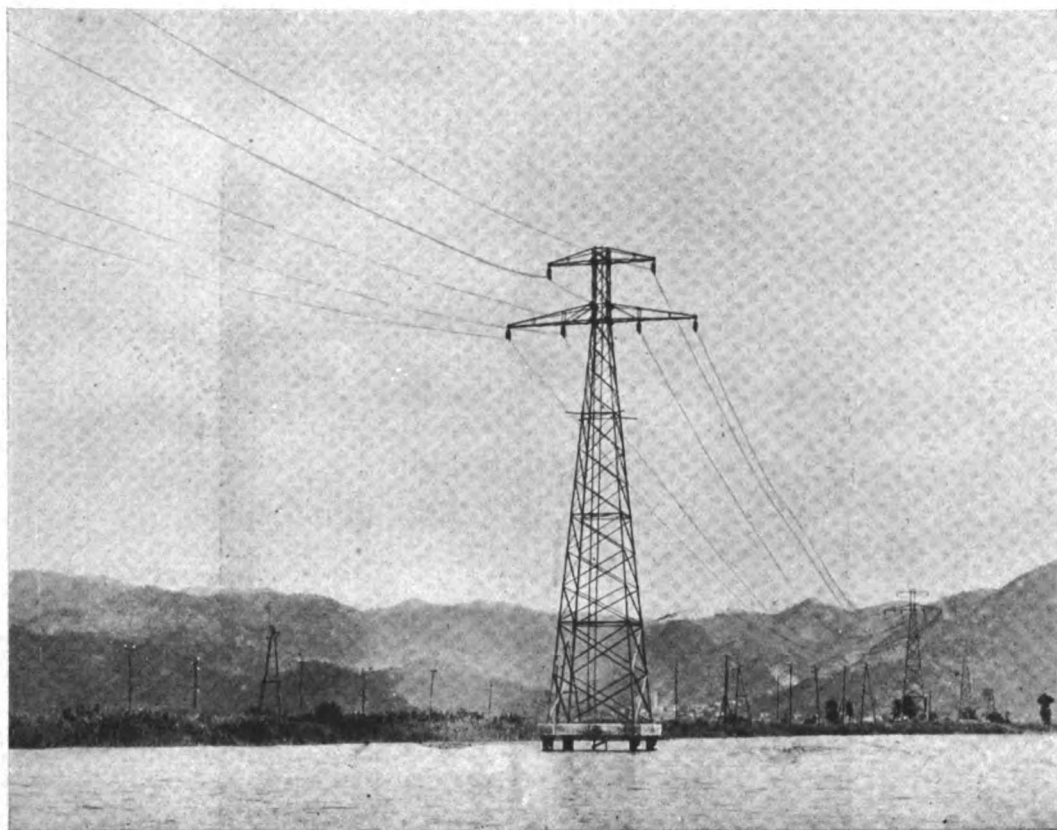



Fig. 16. — Palo di sospensione e linea in opera.

pressa a mezzo di apposito apparecchio]; la parte inferiore, che è accessibile anche quando la linea è sotto tensione, è protetta con minio e due mani di vernice.

Il collegamento della palificazione in ferro ai montanti in cemento armato del cavalletto è fatto mediante angolari di 150 × 150 × 14 disposti col loro asse baricentrico in corrispondenza dell'asse del rispettivo montante e affondati, prima del getto del calcestruzzo, nel montante stesso, per circa ml. 2, in modo da ottenere una buona aderenza. L'aderenza è stata aumentata mediante tagli a sega praticati sulle ali degli angolari.

Il calcolo dei pali è stato fatto in base ad un valore della pressione del vento di kg. 120 per mq. di superficie piana colpita e di kg. 75 per mq. di proiezione cilindrica, il che corrisponde, secondo la nota formula del Rebora, ad una velocità di vento di km. 130 all'ora, che è la massima ammessa dalle norme italiane ed estere.

L'isolamento dei conduttori è fatto mediante catene doppie di 4 isolatori sospesi.

Il calcolo della freccia massima è stato fatto in base ad uno sbalzo di temperatura da — 10° a + 50°; l'altezza del filo più basso sul pelo d'acqua del lago è tale da non intralciare il passaggio dei natanti, anche se muniti di vela. Non è stato adottato filo di guardia;

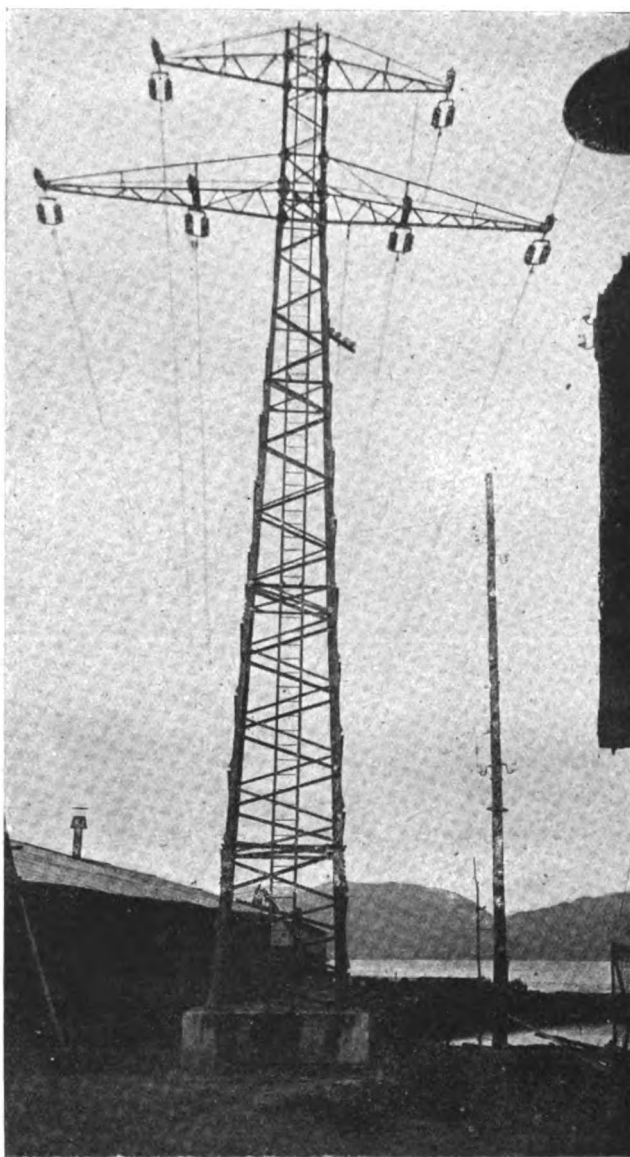



Fig. 17. — Palo ammarraggio W.

ogni palo è stato messo direttamente a terra mediante tubi zincati immersi nel lago e metallicamente collegati al palo in ferro. Il coefficiente di sicurezza per la sollecitazione di pressoflessione nei montanti e nelle diagonali è di 2,5 rispetto alle formule di Eulero-Tetmajer.

I pali di ammarraggio sono alti m. 23,40; quello all'estremità W è a traliccio semplice e con fondazione normale in blocco di calcestruzzo (v. fig. 17); quello lato Est si trova

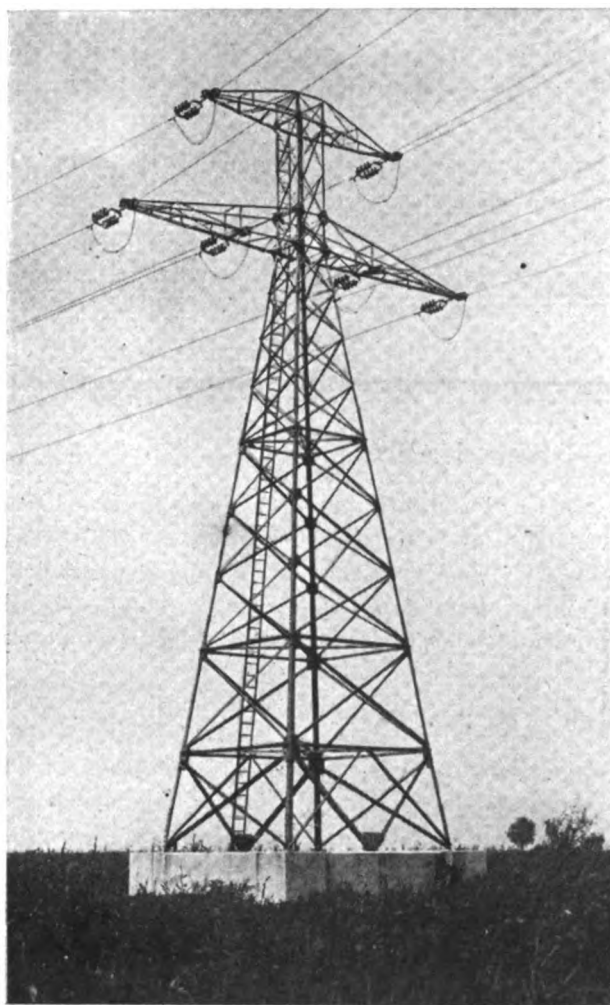



Fig. 18. — Palo ammarraggio Est.

Fig. 19. — Veduta generale dell'attraversamento.

invece in terreno torboso-acquitrinoso e quindi è stato fondato su cavalletto in cemento armato dello stesso tipo adottato per il lago; essendo maggiori le sollecitazioni, il cavalletto è munito di sei anzichè di quattro montanti (v. figg. 18 e 19).

I montanti hanno le stesse dimensioni ed armature già descritte; le travi orizzontali sono di maggiori dimensioni per aumentare il momento di stabilità generale del sistema.

I lavori di fondazione sul tracciato definitivo furono iniziati nel dicembre 1924 e terminati nel settembre 1925.

Il montaggio dei pali fu iniziato nel novembre 1925 e ultimato nel febbraio 1926.

Roma, agosto 1926.

La linea ferroviaria Civitavecchia-Orte.

Con R. Decreto 15 luglio 1926, n. 1377 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 20 agosto c. a., n. 193), è stata approvata e resa esecutoria la convenzione stipulata il 14 luglio 1926, fra i Delegati dei Ministeri dei lavori pubblici e delle finanze, in rappresentanza dello Stato, e i legali rappresentanti della Società Elettroferroviaria italiana con sede in Roma, per la concessione delle opere di completamento, consolidamento ed armamento della ferrovia Civitavecchia-Orte.

Traffico diretto con gli Stati Scandinavi.

Dal 1° gennaio c. a. particolari accordi regolano il traffico diretto tra l'Austria e la Cecoslovacchia, da una parte, i paesi Scandinavi, dall' altra, e dal 1° aprile analogo accordo esiste tra la Svezia e la Norvegia da una parte e l'Italia dall' altra, con tariffe speciali, per il traffico merci diretto.

Siffatti trasporti vengono avviati per il Gottardo (via Germania-Svizzera), per il Brennero o per Tarvisio (via Germania-Austria). I rapporti sono stabiliti direttamente fra le stazioni dell'estremo sud, della Sicilia ed alcune stazioni designate dagli stati Scandinavi, cioè su una distanza di oltre 3000 chilometri.

La produzione del petrolio negli Stati Uniti nel 1° semestre del 1926.

La produzione del petrolio greggio negli Stati Uniti durante il primo semestre del 1926 ha raggiunto 355 milioni di barili, con una diminuzione di 22 milioni di barili in confronto alla produzione dello stesso semestre dell'anno precedente. Mentre la produzione diminuiva, il consumo interno e l' esportazione, dalle statistiche dei primi quattro mesi, aumentava di circa il 19 %: pertanto si è constatato una rilevante diminuzione delle rimanenze di petrolio greggio.

Il petrolio prodotto in Germania nel 1925.

I pozzi dell'Hannover, che finora costituiscono le sole fonti del petrolio in Germania, nel 1925 hanno prodotto 79.124 tonnellate in confronto di 59.352 tonnellate fornite nel 1924.

Sono presentemente in corso sondaggi di ricerca al sud del Palatinato.

A titolo di paragone aggiungasi che la produzione delle miniere di Péchelbronn nel 1925 è stata di 65.000 tonnellate contro 70.860 tonnellate prodotte nel 1924.

Sulla resistenza dei tubi Eternit

(Studio eseguito nell'Istituto Sperimentale delle FF. SS. dall'ing. A. PERFETTI
con appendice del dott. ANTONIO BREAZZANO)

Le condotte non metalliche hanno già avuto numerose applicazioni, anche presso le Ferrovie dello Stato (1)*; ma si sente ancora il bisogno di studi sistematici di laboratorio per accertare proprietà e caratteristiche dei vari tipi di tubi in uso. Della questione si interessa pure il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il quale dovrà dettare le norme ai costruttori per l'uso pratico di tali tubi.*

L'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato si è assunto il compito dello studio metodico dei tubi non metallici, ed all'ultimo Congresso dell'Associazione Italiana per lo studio dei materiali da costruzione ha fatto esporre dall'ing. Perfetti, incaricato di tali prove, i risultati ottenuti su i tubi di Eternit, con i quali si è iniziato lo studio che dovrà essere poi proseguito su gli altri tipi.

Della relazione presentata sullo studio dei tubi Eternit riteniamo opportuno pubblicare integralmente il testo per mostrare ai lettori, oltre che i risultati raggiunti, il metodo seguito ed i mezzi adoperati; e ci riserviamo di riportare soltanto i risultati ottenuti su gli altri tipi di tubi a misura che le prove verranno eseguite.

(*N. d. R.*).

Allo scopo di controllare le caratteristiche che presentano i tubi di Eternit per condotte forzate, sono state eseguite presso questo Istituto numerose serie di prove sia sui tubi stessi sia su provini da essi ricavati per conoscere il loro comportamento alle varie sollecitazioni, nonchè le qualità intrinseche del materiale con cui sono costituiti.

Di tutte le prove e determinazioni eseguite si esporrà il metodo con cui sono state condotte, i risultati ottenuti e le considerazioni che da tali risultati si possono dedurre.

Non si ritiene necessario premettere alcun cenno su la fabbricazione dei tubi, che è stata ampliamente descritta in pubblicazioni recentissime (2).

Prove idrauliche.

Le prove idrauliche su i tubi erano state sempre eseguite sinora sia presso i fabbricanti, sia presso i laboratori sperimentali comprimendo il tubo contro due piatti di fondo con guarnizioni in gomma per garantire la tenuta; ma tale sistema di prova altera, per

(1) Acquedotto delle Madonie in Eternit di m. 6000; acquedotto di Arquata Scrivia in Eternit di m. 2700; acquedotto di Livorno in cemento armato di m. 2400.

(2) Citiamo lo studio di E. SCIMENI, *Misure di deflusso nei tubi Eternit*, inserito negli *Annali della R. Scuola degli Ingegneri di Padova*, numero del marzo 1925.

quanto in alcuni apparecchi in proporzioni ridotte, le condizioni effettive in cui il tubo viene ad essere sollecitato in opera, poichè alla sollecitazione di trazione trasversale delle fibre, aggiunge quelle di compressione longitudinale su le fibre stesse e difficile riesce calcolare l'entità di questa e sopratutto il modo come le due azioni si compongono.

Ad evitare tali incertezze e per eseguire le prove in laboratorio con modalità che rispecchiassero in modo perfetto le condizioni in cui viene a trovarsi un tubo in una condotta sotto pressione si è proceduto come segue:

Al tubo da provare, a mezzo di giunto Gibault sono stati collegati ai due estremi due corti tubi di ghisa ai quali di getto erano stati effettuati i fondi, portanti un foro

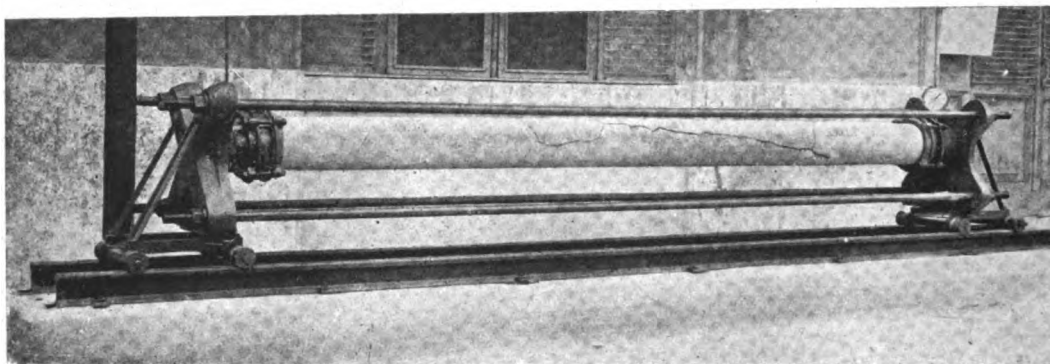



Fig. 1. — Dispositivo per le prove idrauliche dei tubi.

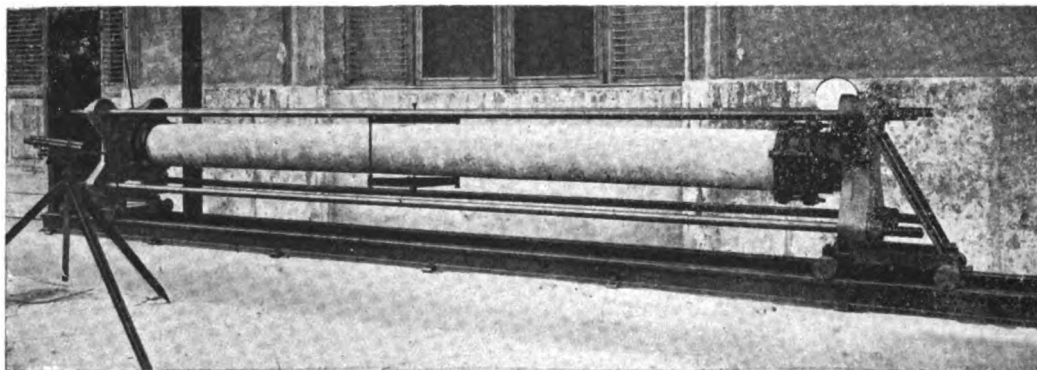



Fig. 2. — Apparecchio per la misura delle deformazioni diametrali dei tubi.

impanato da servire da una testata per l'immissione dell'acqua, e dall'altra per l'applicazione del manometro per il controllo della pressione prodotta nel suo interno.

Ad equilibrare poi le forze generate su le superfici di fondo dei tubi ciechi dalla pressione idrica sono stati costruiti due reggispinta in acciaio fuso collegati tra loro da quattro tiranti in ferro.

I reggispinta, a facilitare le loro manovre, sono stati montati su carrelli scorrevoli su rotaie poggiate su apposito basamento.

Tutto l'insieme dell'apparecchiatura per tale prova si vede nelle figure 1 e 2, in una delle quali figura pure il manometro ed il tubo adduttore dell'acqua sotto pressione.

La pressione veniva data a mezzo di pompa a meno a piccolo cilindro in modo che il suo aumento fosse lento e graduale.

Sulla maggior parte dei tubi provati a pressione idraulica, prima di procedere alla rottura si sono effettuate le determinazioni di deformazioni diametrali a mezzo del comune apparecchio a specchi con cannocchiale.

Lo specchietto veniva applicato ad un telaio abbracciante la sezione centrale del tubo a mezzo di un perno centrale, e stretto contro questo nel punto diametrale inferiore da un altro perno premente contro il tubo a mezzo di molla.

Tra la testa di tale perno spostabile per deformazione del tubo ed un sopportino rigido con il telaio veniva applicato lo specchietto.

Tale dispositivo si vede nel suo assieme nella fig. 1.

Per studiare le proprietà elastiche dei tubi si è proceduto nelle misurazioni delle deformazioni nel modo seguente:

Per ogni valore, crescente di volta in volta, della pressione, si misurava la deformazione corrispondente e poi scaricato il tubo, si procedeva all'ulteriore misura della deformazione permanente.

Ciò ha permesso di poter controllare quanto segue:

1° I tubi di Eternit sottoposti per la prima volta a pressione danno luogo a piccole deformazioni permanenti di assestamento che si notano per pressioni anche piccole sino a pressioni all'incirca metà di quelle di rottura.

2° I tubi, dopo aver subito tali assestamenti, non presentano alle ulteriori sollecitazioni di pressione deformazioni permanenti se non per valori della pressione assai vicini a quelli di rottura, hanno cioè il limite elastico assai prossimo al carico di rottura.

Le deformazioni massime diametrali misurate sui vari tubi, per alcuni dei quali tali valori rappresentano pure i limiti di elasticità, oscillano fra il 0,028 % ed il 0,088 %; ottenuti rispettivamente su tubi da 300/24 e da 200/16; le pressioni di rottura stanno entro limiti compresi fra 25 e 37 kg./cmq. avuti con tubi rispettivamente da 400/32 e da 200/32.

I calcoli delle sollecitazioni unitarie interne dei tubi sono stati eseguiti ammettendo, ipotesi non esatta, che la pressione interna del tubo sia uniformemente distribuita in tutto lo spessore del tubo, per cui si avrebbe:

$$\sigma = \frac{D}{2s} p \qquad [1]$$

ove: D diametro interno del tubo;

s spessore del tubo;

p pressione idraulica in kg./cmq.

I valori ottenuti per le sollecitazioni interne nei tubi sperimentati oscillano tra i valori di 146 e 212 kg./cmq. avuti rispettivamente per tubi da 100/12 e da 300/24 nonchè da 400/32.

I risultati ottenuti nelle determinazioni suddette per i singoli tubi sono riportati nella tav. I.

Le rotture dei tubi sono avvenute quasi tutte con le stesse caratteristiche: rottura centrale longitudinale biforcantesi all'estremità. Ciò dimostra sia la regolarità con cui sono state condotte le prove, sia l'omogeneità del materiale provato.

La biforcazione delle rotture alle estremità probabilmente è dovuta all'azione di fiessione che si sostituisce a quella di trazione, quando per la rottura longitudinale l'acqua sotto pressione continua a pressare contro le pareti del tubo.

Le figure 3 e 4 riproducono i tubi con tali rotture.

Dalle misurazioni effettuate di deformazione diametrale si potrebbe risalire al calcolo dei moduli di elasticità con le considerazioni seguenti:

Il tubo sotto la pressione p abbia aumentato il suo diametro di una quantità δ; l'allungamento quindi di un tratto di tubo unitario sarà $\pi\delta$.

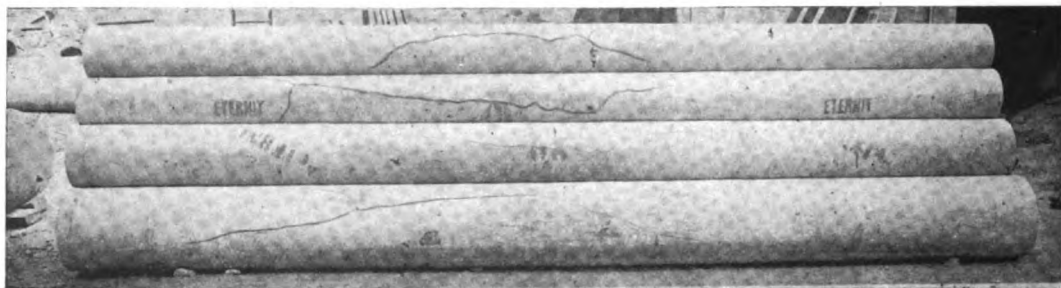



Fig. 3. — Tubi rotti per pressione idraulica.

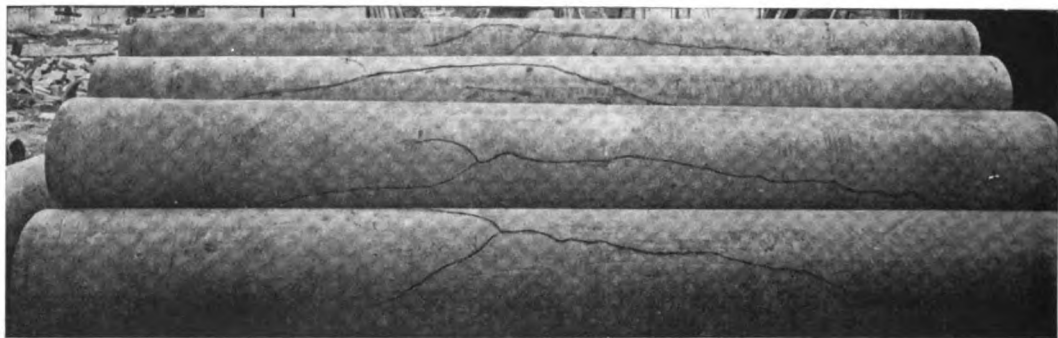



Fig. 4. — Tubi rotti per pressione idraulica.

Considerando tale anello quale provino rettilineo ripiegato circolarmente e richiuso su se stesso la sua primitiva lunghezza deve essere misurata su la linea mediana ed avrà quindi il valore $\pi\ (D + s)$.

L'allungamento unitario i sarà:

$$i = \frac{\delta}{D + s}$$

Tenendo quindi presente il valore di σ dato dalla [1] si ricava il valore del modulo di elasticità E.

$$E = \frac{D\,(D + s)}{2\,s\,\delta}\,p \qquad [2]$$

L'applicazione della [2] alla determinazione di E dovrebbe essere fatta ripetendo le determinazioni di δ per varî diametri del tubo, poichè altrimenti se il tubo non è per-

fettamente circolare, bensì leggermente ellittico, la pressione iniziale produce prima delle deformazioni dovute ad allungamenti delle fibre, deformazioni di sezione del tubo per renderlo circolare.

Se l'asse verticale del tubo, sul quale è situato l'apparecchio, ha lunghezza maggiore o minore del diametro che deve assumere il tubo sottopressione, le deformazioni misurate rappresenterebbero rispettivamente la differenza o la somma delle deformazioni di sezione e delle fibre.

Ad effettuare quindi una determinazione media occorrerebbero pure le misurazioni secondo varî diametri della stessa sezione del tubo. Resterebbe sempre la poca esattezza della ricerca causata dal fatto che non è in pratica soddisfatta la ipotesi della ripartizione uniforme del carico su la sezione del tubo.

Ad ogni modo per alcuni tubi sono stati calcolati i valori di E a mezzo della [2] ottenendosi valori che oscillano tra un massimo di 330.000 kg./cmq. per una sollecitazione di $\sigma = 93,9$ kg./cmq. mentre la rottura è avvenuta a $\sigma = 178$ kg./cmq. ed un minimo di 136.000 kg./cmq. per sollecitazioni di $\sigma = 85,4$ kg./cmq. con rottura a $\sigma = 173$ kg./cmq. (tav. II).

Tali valori sono abbastanza concordanti con quelli determinati per altra via, con altro apparecchio, e con altre sollecitazioni, come si vedrà in seguito.

Prove di permeabilità dei tubi.

Un tubo da 100 mm. di diametro a 12 mm. di spessore è stato lasciato per 12 ore con la pressione di 10 kg./cmq. e non si è avuto alcun passaggio di acqua all'esterno.

Lo strato di cemento che va direttamente a contatto del maschio in acciaio su cui si viene a formare il tubo nella sua fabbricazione assume un aspetto speculare ed è completamente impermeabile.

Prove di flessione.

Poichè i tubi per posa in opera su terreno non perfettamente battuto e che subisca successivamente ulteriori costipazioni possono trovarsi ad appoggiare su alcuni punti soltanto anzichè su tutta la generatrice inferiore, si provocano in essi, per il peso proprio, per il peso dell'acqua in esso contenuta e per il peso del terreno sovrastante, delle sollecitazioni di flessione.

Si sono quindi effettuate tali prove allo scopo di rendersi conto quali fossero i carichi ch'essi potessero, con tal genere di sollecitazioni, sopportare.

Tali prove sono state eseguite appoggiando i tubi su cuscinetti ad incavo di legno con superfici di appoggio tali da evitare la rottura del tubo per compressione.

Il carico concentrato nella mezzeria veniva dato attraverso un analogo cuscinetto.

Considerando il tubo come trave appoggiato ai due estremi e caricato alla mezzeria si ha:

$$Mf = \frac{1}{4} Pl$$

ove: P il carico concentrato di rottura

l distanza dagli appoggi.

Il momento resistente *Mr* per tubi, ammesso che i moduli di elasticità alla trazione ed alla compressione siano uguali, è:

$$Mr = 0{,}098 \frac{(D + 2s)^4 - D^4}{D + 2s}$$

Onde si ha:

$$\sigma = \frac{Mf}{Mr}$$

Le prove sono state eseguite con campate di m. 1,60, 1,50 e 0,80 ottenendosi delle sollecitazioni unitarie massime di 607 kg./cmq. in un tubo del diametro di 200 mm. e dello spessore di 32 mm., ed un minimo di 214 kg./cmq. in un tubo da 400 mm. di diametro e 32 mm. di spessore.

Fig. 5. — Dispositivo delle prove a flessione dei tubi.

In una prova su tubo da 200/17 con campata di m. 0.80, prima di raggiungersi la sollecitazione massima a cui le fibre potevano resistere a flessione, si è avuta la rottura per schiacciamento del tubo; e su di un tubo da 300/24 con campata di m. 1,50 si è avuto, prima della rottura per flessione, quella per taglio provocata dal carico, attraverso il cuscinetto.

I risultati delle singole prove sono riportati nella tavola III mentre nelle figure 5, 6 e 7 sono riprodotti il dispositivo adottato nelle prove, nonchè esemplari di rottura per flessione e per taglio o sfondamento.

Prove di compressione su elementi di tubo.

Anche alla compressione secondo le direttrici sono soggetti i tubi per condotte che debbono essere interrati e perciò si è ritenuto opportuno effettuare prove a tali sollecitazioni. Vedi figura 8.

Si è operato su elementi di tubo della lunghezza di soli 19 cm. perchè potessero stare sui piatti delle presse di questo Istituto.

L'appoggio sui piatti stessi avveniva quindi secondo due generatrici opposte del tubo.

I carichi provocanti rottura per ogni tipo di tubo e riferiti a metro lineare sono stati riportati nella tavola IV.

Per calcolare le sollecitazioni unitarie massime che in tali prove sono generate nelle fibre dei tubi si deve considerare la sezione circolare del tubo come incastrata nel punto di appoggio inferiore e caricata, nel punto diametralmente opposto, da una forza metà a quella applicata, da una trazione tangenziale e da un momento flettente che sono entrambi iperstatici.

Applicando il teorema dei lavori virtuali (GUIDI, *Lezioni sulla scienza delle Costruzioni*, volume Esercizi) risulta che il valore del momento flettente massimo, che si genera nei punti di applicazione del carico P e delle reazioni, è:

$$Mfm = 0{,}15915\, P D$$

La sollecitazione massima σ si determina quindi tenendo presente che

$$Mr = \frac{1}{6} L s^2$$

ove L è la lunghezza del tubo.

Fig. 6. — Tubo rotto a flessione.

$$\sigma = \frac{Mfm}{Mr}$$

I valori ottenuti per σ nei vari tipi di tubo sono riportati nella tav. IV.

Sottoponendo i tubi a tal genere di carico si hanno deformazioni diametrali sensibili che si prestano a misurazioni, a mezzo di flessimetro a quadrante graduato al centesimo di millimetro, si è potuto quindi con tale sistema effettuare ulteriori controlli dell'elasticità dei tubi, e ricavare altresì i valori dei moduli di elasticità ai vari carichi con la formula:

$$E = 0{,}0186 \frac{PD^3}{\delta I}$$

ove I, momento d'inerzia della sezione del tubo, è:

$$I = \frac{1}{12} L s^3$$

Sono state effettuate tali determinazioni su due tubi entrambi da 200/18 mm. per carichi gradatamente crescenti ed i valori misurati di δ, nonchè quelli ricavati di E sono riportati nella tav. V.

Anche con tali prove resta dimostrato che a tutte le sollecitazioni i limiti di elasticità dei tubi sono assai prossimi ai carichi di rottura.

I valori ricavati dei moduli di elasticità vanno diminuendo al crescere del carico analogamente a quello che avviene per le malte di cemento e per i calcestruzzi.

Poichè gli allungamenti ed accorciamenti unitari non sono proporzionali alle sollecitazioni unitarie, ma aumentano secondo legge esponenziale come per i cementi e calce-

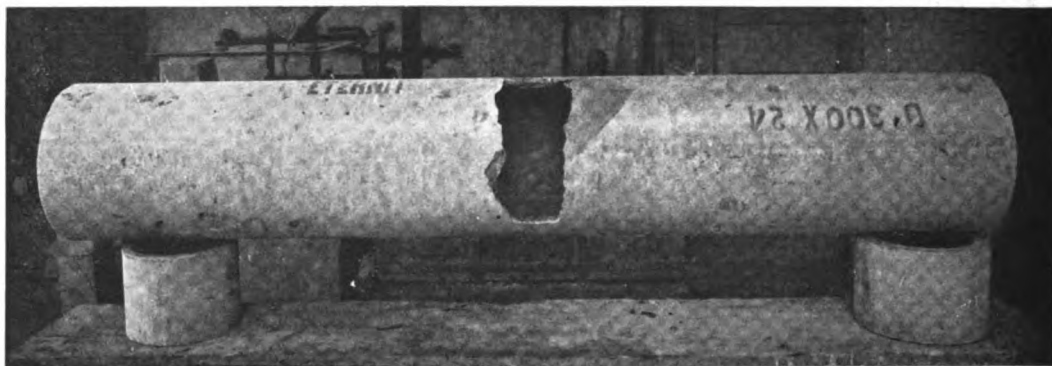



Fig. 7. — Tubo sollecitato a flessione e rottosi per sfondamento sul punto d'applicazione del carico.

struzzi, si è voluto verificare se tale legge esponenziale fosse rispettata per tutti i valori ricavati, con unico esponente o quanto meno, quali valori questi esponenti assumessero.

La variazione dell'allungamento unitario i in funzione di σ è dato dalla formula:

$$i = \alpha \, \sigma^m \qquad [3]$$

ove

$$\alpha = \frac{1}{E_1}$$

Poichè nel caso attuale, avendo ricavato i moduli attraverso sollecitazioni composte, non si conoscono i valori di i; è stato necessario per racavare m trasformare la [3].

Differenziando si ha

$$di = \frac{m}{E_1} \sigma^{m-1} \, d\sigma$$

Dalla quale

$$\frac{d\sigma}{di} = \frac{E1}{m \, \sigma^{m-1}}$$

Poichè il modulo di elasticità è proprio la derivata della sollecitazione in funzione degli allungamenti si può scrivere

$$E = \frac{E1}{m \, \sigma^{m-1}} \qquad [4]$$

Ponendo nella [4] per E_1 il primo valore ricavato e per E e per σ i valori successivi rispettivamente, si ha un'equazione in cui unica incognita è m.

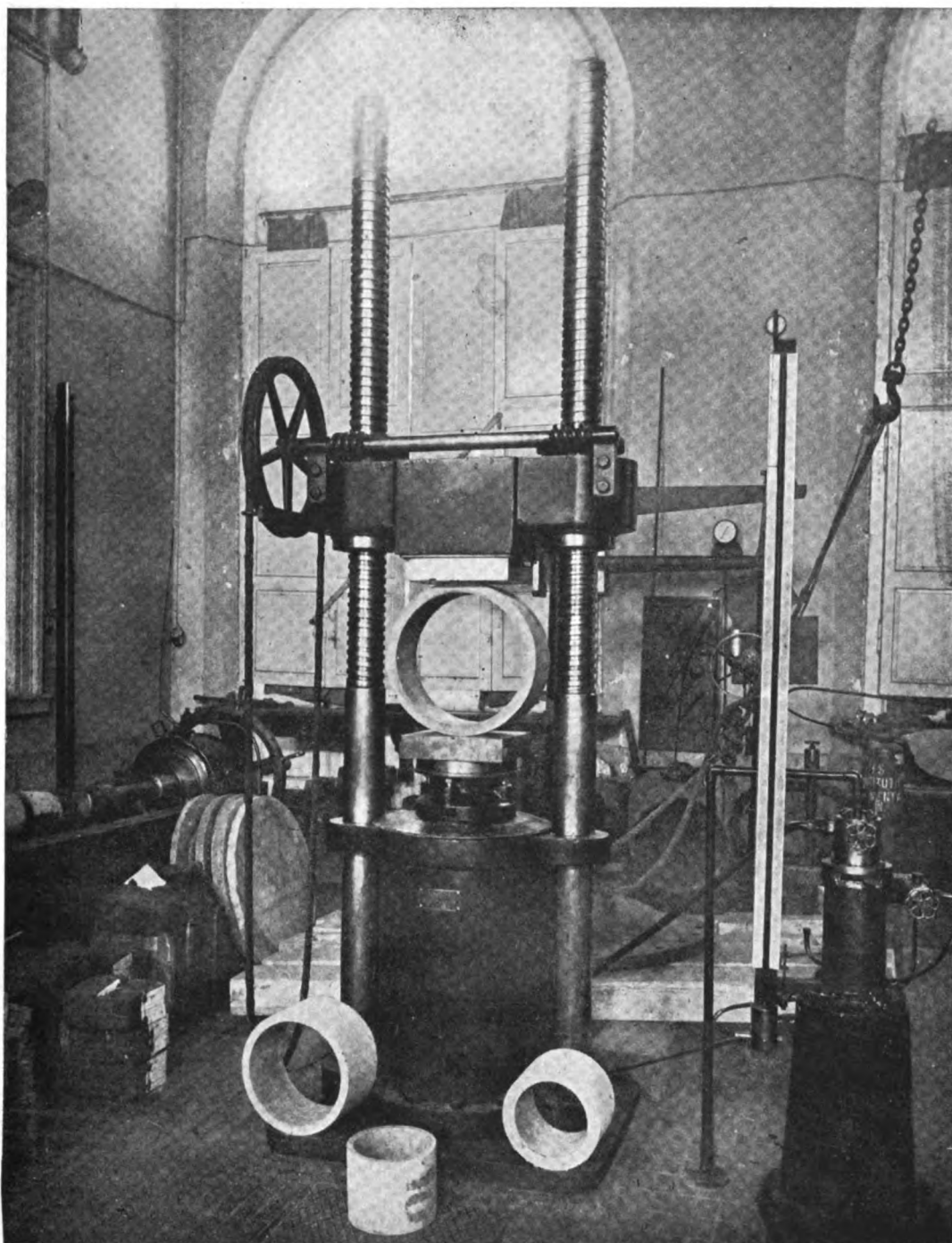



Fig. 8. — Dispositivo per le prove di schiacciamento esterno dei tubi.

L'equazione [4] si risolve rapidamente con metodo grafico analitico nel modo seguente.
Passando ai logaritmi, la [4] si scrive:

$$\log . E = \log . E_l - \{\log . m . + (m - l) \log . \sigma\}$$

Sviluppando e separando la formula precedente si ha:

$$\log . m + m \log . \sigma = \log . E_1 - \log . E + \log . \sigma \qquad [5]$$

Ponendo:

$$\log . \sigma = a$$

$$\log . E_1 - \log . E + \log . \sigma = b$$

la [5] si scrive:

$$\log . m + am = b \qquad [6]$$

Facendo:

$$\log . m = y$$

la [6] si scinde nelle due equazioni:

$$y = \log m$$

$$y = b - a\ m$$

delle quali la 1ª è la curva logaritmica e la 2ª una retta facilmente costruibile poichè per

per

$$y = o \qquad m = \frac{b}{a}$$

$$m = o \qquad y = b$$

Il punto d'intersezione della retta con la curva logaritmica rappresenta con la sua ascissa il valore cercato di m.

Tali valori così ricavati sono stati tutti controllati analiticamente.

Ne è risultato che la legge esponenziale non è assolutamente verificata, con unico esponente, ma che varia di poco tra i valori di 1.035 e 1.075 e va aumentando verso il carico di rottura.

Per quanto nelle due esperienze effettuate i valori E siano molto diversi, per i valori di m invece si hanno lievissime differenze, il che sta a dimostrare che le caratteristiche intrinseche del materiale sono le stesse.

A titolo di puro richiamo comparativo si ricorda che il Bach per la pasta di cemento puro trovò:

$$E_1 = 250.000 \qquad m = 1.09$$

e per la malta di cemento:

$$E_1 = 356.000 \qquad m = 1.10 - 1,15 - 1,17$$

a secondo le proporzioni di sabbia.

I valori ricavati di m sono anch'essi riportati nella tav. V.

Prove all'urto.

Caratteristica non trascurabile che debbono possedere i tubi per condotte è quella di non essere fragili e di resistere a colpi ricevuti con corpi contundenti che in pratica potrebbero ricevere sia durante il loro trasporto, sia durante la loro posa in opera, sia in special modo, quando già in opera sotterrati, si procedesse alla loro scopritura per qualsiasi motivo, nel qual caso è assai facile che siano fortemente colpiti da colpi di gravina e picconi destinati al terreno sovrastante da smuoversi.

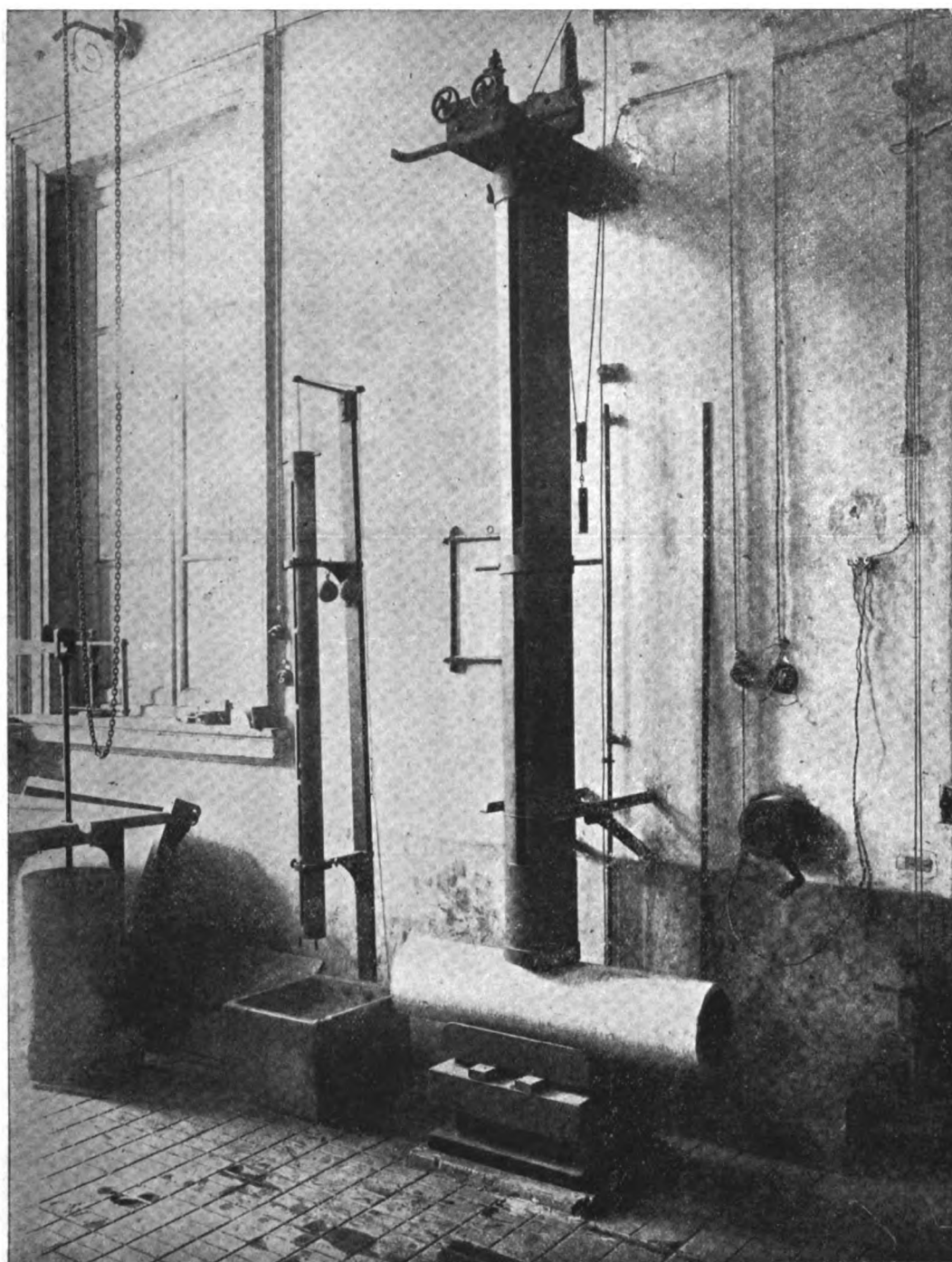



Fig. 9. — Dispositivo per la prova ad urto dei tubi.

Per controllare tale caratteristica, oltre alle prove pratiche con martello e piccone, sono state eseguite le prove di urto con l'apparecchio all'uopo esistente presso questo Istituto.

Tale apparecchio (figura 9) consiste in un tubo con scanalatura longitudinale entro il quale scorre sollevata da un paranchino un'elettrocalamita che permette di sol-

levare una palla di ferro all'altezza che si legge su scala metrica riportata nel tubo stesso. Togliendo corrente alla elettrocalamita si provoca la caduta della palla.

Con tale apparecchio sono state eseguite le prove di urto su tutti i tipi di tubi presi in esame, aumentando gradatamente l'altezza di caduta della palla sino a provocare la rottura dei tubi.

Nella tavola VI sono riportati, per ogni tipo di tubo, il peso della palla, l'altezza di caduta massima provocante rottura, il lavoro assorbito dal tubo sia con l'ultimo colpo provocante rottura, sia il lavoro totale assorbito anche per i colpi precedenti.

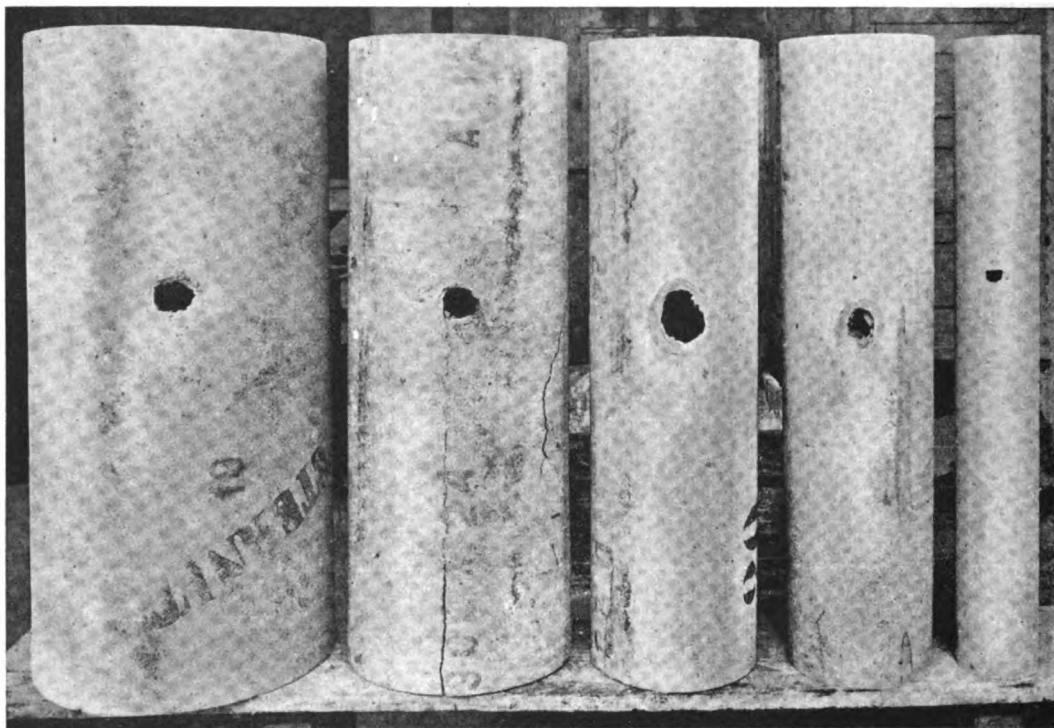



Fig. 10. — Tubi rotti per urto.

L'azione dei colpi ha provocato la rottura per sfondamento dei tubi senza che le fibre vicine ne risentissero alcun effetto, dimostrando la tenacità del materiale e la sua non fragilità.

Nella figura 10 sono mostrati i tubi rotti con tale sollecitazione e si deve far presente che se uno di tali tubi si vede fessurato longitudinalmente tale rottura è stata prodotta dopo la prova di urto, mentre si tentava su tale tubo una prova Brinnel di durezza, analoga a quella che si effettua per gli acciai e che poi non è stata eseguita su gli altri tubi perchè di scarsa importanza.

I valori ottenuti nelle prove d'urto, se pur da soli hanno grande importanza, più ne acquisterebbero se fossero comparati a quelli ottenibili su tubi di ghisa.

Si è cercato se esistesse una legge che stabilisse una relazione tra il lavoro d'urto necessario a produrre la rottura dei tubi ed il loro diametro e spessore.

Se si esclude il tipo da 100/12 mm. si può dire con sufficiente approssimazione (variazioni del 13,5 % in meno, e 9,25 % in più) che il lavoro di rottura per urto è propor-

zionale allo spessore del tubo ed inversamente proporzionale al quadrato del suo diametro.

Nella tav. VI sono riportati i valori di $\frac{L\ D^2}{s}$ (dove L rappresenta appunto il lavoro assorbito per urto) e che costituiscono nel loro valore medio il coefficiente di proporzionalità della legge enunciata.

Prove di caduta.

Una prova assolutamente di carattere pratico è stata quella di caduta allo scopo di controllare che i tubi resistono alle eventuali cadute, a cui potrebbero essere soggetti durante il loro carico e scarico per il loro trasporto ed in qualunque altra circostanza del loro impiego. Tale prova è stata eseguita sollevando a mezzo di apposito castello i tubi ad altezze gradatamente crescenti in posizione perfettamente orizzontale (fig. 11) e lasciandoli cadere su piancito in pietra.

Nella tavola VII sono riportati per i vari tipi di tubi la lunghezza dei tubi sui quali si è operato, il loro peso, il peso a metro lineare e l'altezza di rottura.

Si è inoltre ricavato, ed i valori sono pure riportati nella stessa tavola, il lavoro totale assorbito dal tubo nella rottura, nonchè il lavoro assorbito per ogni chilogrammo di peso del tubo.

Anche tale prova ha dimostrato la tenacità e la non fragilità dei tubi di Eternit.

I valori del lavoro assorbito dai tubi per rottura a caduta per ogni chilogrammo di materiale di cui sono costituiti stanno a dire che, se si esclude il tipo da 100/12, tale lavoro è indipendente dal diametro e varia solo entro certi limiti per lo spessore dei tubi.

Prove di trazione semplice.

Da un tubo di 400 mm. di diametro e 64 mm. di spessore sono state ricavate provette cilindriche con relative teste di attacco, nella direzione delle tangenti alle generatrici del tubo.

Le sollecitazioni unitarie ottenute nella media delle prove è stata di 155 kg. al cmq.

Tale valore corrisponde all'incirca a quelli più bassi ottenuti nelle prove di pressione idraulica ove le fibre lavorano per tutta la loro lunghezza nella stessa direzione del carico che è sempre tangenziale alle fibre stesse disposte circolarmente, mentre su barrette tale condizione è verificata solo nella parte centrale di essa, poichè solo in tale zona le fibre, che restano disposte circolarmente, sono parallele al carico che ora è rettilineo. Per le altre zone quindi della barretta le fibre vengono a trovarsi rispetto all'asse in direzione obliqua e ciò costituisce una ragione di minor resistenza.

Infatti le rotture sono appunto avvenute secondo tali linee oblique come vedesi nella figura 12.

Analoga prova di trazione è stata eseguita su barrette ricavate secondo le direttrici del tubo 400/64 mm. e poichè in tal caso tutta la barretta risulta parallela alle fibre stesse le rotture sono state normali alle sezioni (figura 13) e la sollecitazione unitaria media è risultata di 18,7 kg./cmq. valore circa la metà di quello medio ricavato dalle prove di flessione longitudinale (396 kg./cmq.).

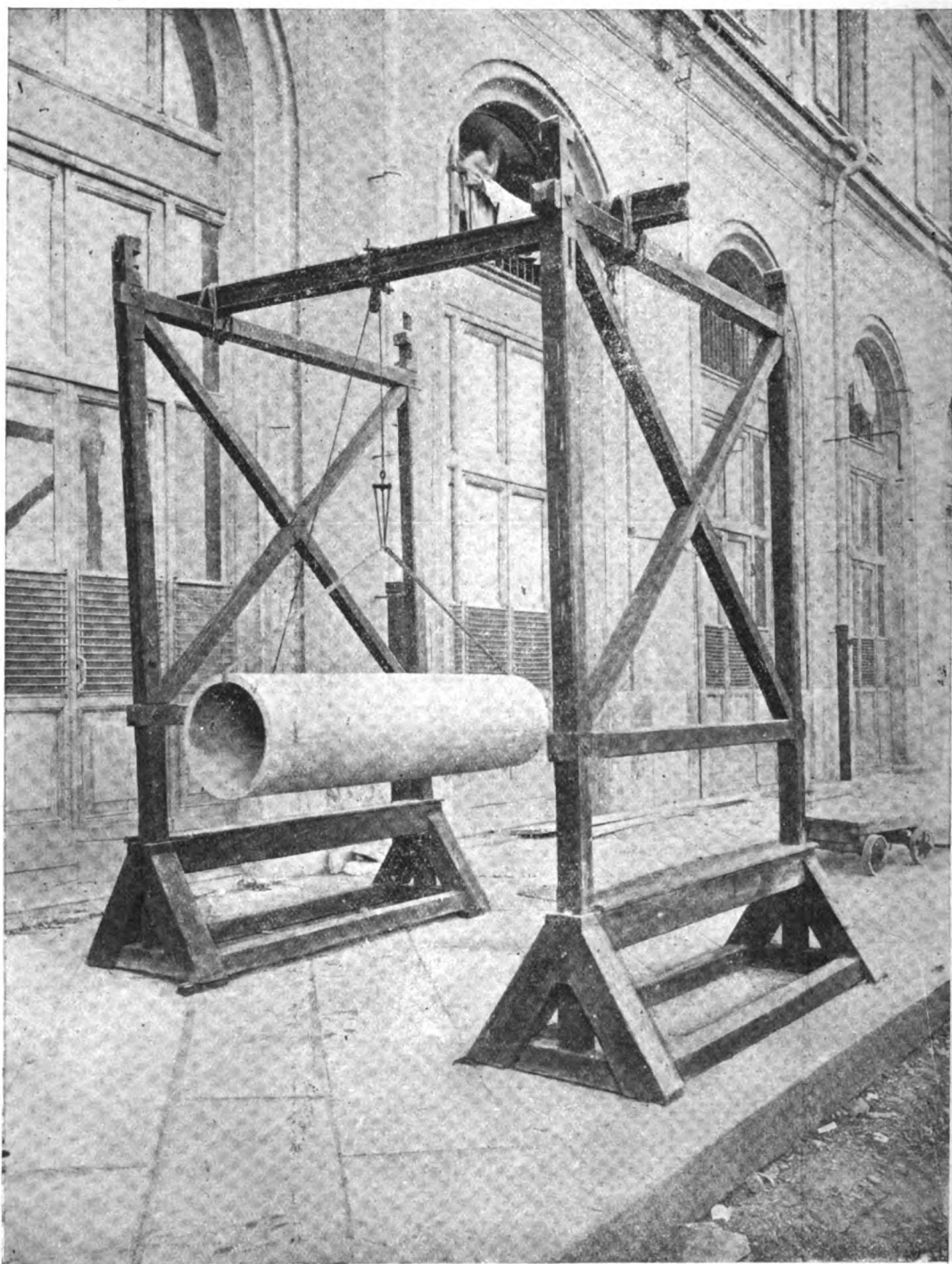



Fig. 11. — Dispositivo per le prove a caduta dei tubi.

Ciò è in analogia a quanto ottennero alle prove con calcestruzzi Hanisch e Spitzen e di cui dà notizie il Morsch.

La spiegazione di tale fenomeno è per i calcestruzzi data dal prof. Bach e riportata dal Ceradini nella sua Meccanica applicata alle Costruzioni.

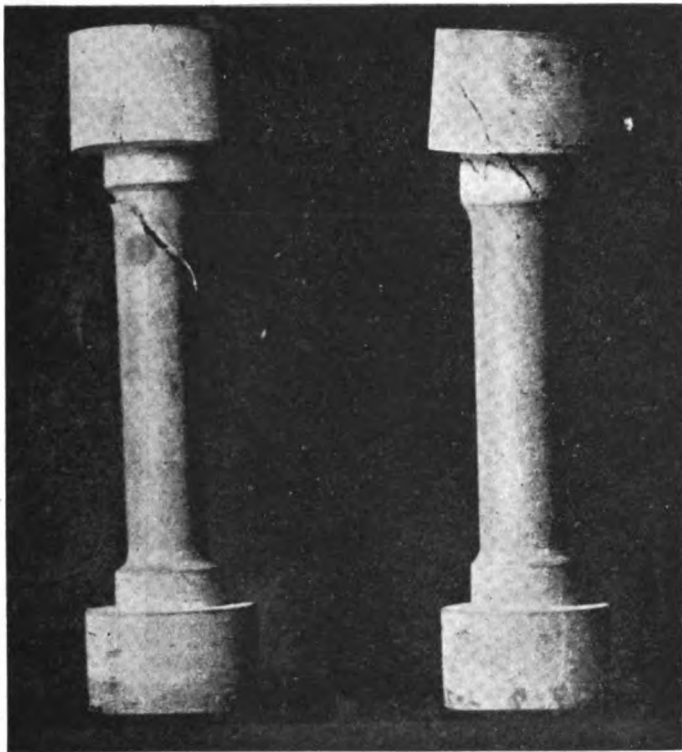



Fig. 12. — Provini ricavati normalmente alle direttrici del tubo e rotti a trazione.

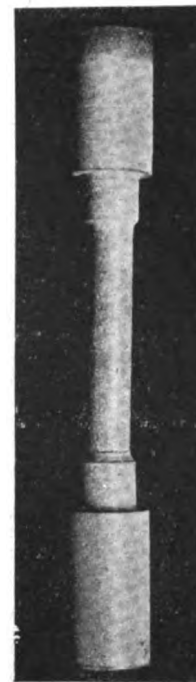
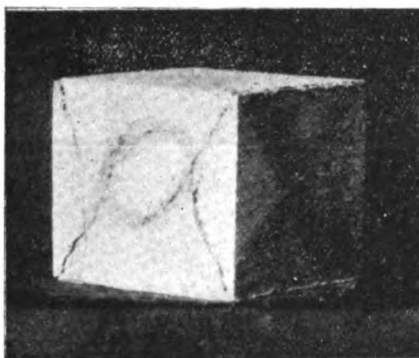
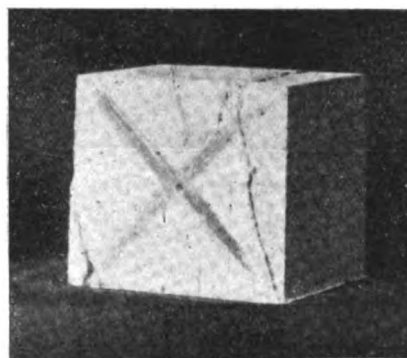



Fig. 13. — Provino ricavato secondo le direttrici del tubo rotto a trazione.

Si ritiene che, dati i moduli di elasticità dell'Eternit, essa possa essere valida anche per tale materiale.

Prove di compressione semplice.

La prova di compressione parallela alle fibre è stata eseguita sia su un tratto di tubo da 100/12 sollecitato secondo le generatrici ottenendosi una sollecitazione unitaria di 420 kg.-mmq., sia su elementi cubici di 45 mm. di lato ricavati da tubo da 400/64 mm. e caricati in senso parallelo alle fibre. Si è avuto una sollecitazione media di 658 kg.-cmq., ed i provini si sono rotti per sfaldamento verticale (figura 14).

Provino rotto con carico normale alle fibre. Fig. 14. Provino rotto con carico parallelo alle fibre.

Si sono eseguite inoltre prove di compressione normalmente alle fibre su cubetti di 45 mm. di lato ricavati dallo stesso tubo 400/64 mm. e si è avuta una sollecitazione media di 1170 kg./cmq.

Le rotture in tal caso sono state analoghe a quelle che si ottengono con le pietre ed i calcestruzzi, a doppia piramide.

Fig. 15. — Dispositivo per le prove di permeabilità dei tubi ai batteri esterni.

Determinazioni dell'acqua assorbita e del peso specifico.

Quattro cubetti, di circa 45 mm. di lato di cui sono stati con il calibro prese le misure dei lati al decimo di millimetro, sono stati pesati al centesimo di grammo e introdotti nell'acqua e mantenutivi sino a peso costante e poscia ripesati.

Effettuate le relative operazioni è risultato nella media delle quattro prove eseguite che tale materiale ha un peso specifico di 1.871 ed assorbe acqua nelle proporzioni del 7.68 % del proprio peso, attraverso pareti segate, poichè come si è detto prima attraverso la superficie interna si dimostrano impermeabili.

Prova di impermeabilità ai batteri esterni.

Poichè i tubi sono destinati alla costruzione di acquedotti e spesso le condotte possono trovarsi in terreni inquinati, si è ritenuto opportuno controllare se i batteri potessero passare attraverso i tubi ed infettare l'acqua che scorre in essi.

Il dispositivo adottato per tali prove è riportato nella figura 15 e la descrizione della prova effettuata, nonchè i risultati ottenuti, sono esposti nell'appendice alla presente relazione.

CONCLUSIONE. — Nella tavola VIII sono riportate tutte le sollecitazioni unitarie medie ricavate nella prova eseguite su i vari tipi di tubi.

Da tutto l'insieme delle prove effettuate si può concludere che l'Eternit è materiale omogeneo, tenace, resistente ed elastico e che si presta molto bene alla confezione dei tubi

Appendice alla relazione dello studio su i tubi Eternit

ESPERIENZA BATTERIOLOGICA.

Allo scopo di verificare se i tubi di Eternit siano permeabili ai batteri, si è istituita la seguente esperienza:

Un tubo del diametro di cm. 20 dello spessore di 16 mm. e della lunghezza di m. 1,20 è stato accuratamente tappato con una gittata di cemento ad uno dei capi che così è venuto a costituire il fondo di un cilindro cavo che durante l'esperienza è stato tenuto in posizione verticale col fondo a piano terra.

All'esterno del tubo si è istituita una intercapedine, adattandovi una lamiera di latta, cilindrica in alto e conica in basso, con l'estremo inferiore cementato alla superficie esterna del cilindro, in prossimità del fondo.

L'interno del cilindro di Eternit è stato accuratamente e ripetutamente lavato con acqua sterile, indi riempito con altra acqua sterile a metà altezza e protetto in alto con coperchio di vetro sterile.

Si è preparata poi una coltura di *Bacterium coli* in due litri di brodo. È questo un germe ospite comune dell'intestino, sì che la sua presenza generalmente è indizio di inquinamento con materie fecali. La coltura venne dapprima bene identificata a mezzo di prove batteriologiche sovra terreni elettivi di coltura.

Preventivamente, e dopo che l'acqua sterile contenuta nel cilindro vi sostò per vari giorni, furono prelevati, con pipetta sterile adattata a tubo di gomma fornito di pinzetta a pressione, dei saggi dell'acqua stessa, nei quali fu ricercata la presenza del *Bacterium coli* con esito negativo. Si ebbe così la certezza che il batterio, che poi doveva ricercarsi, non preesisteva nel cilindro.

La brodocoltura venne poi versata nell'intercapedine esterna al tubo, assicurandosi che il livello dell'acqua interna fosse superiore a quello della coltura.

Settimanalmente si fecero dei prelievi di 100 c.^{3} ciascuno dell'acqua contenuta nel cilindro e seminati dapprima in brodo Abba (terreno di arricchimento del *Bacterium coli*) a reazione alcalina, contenente lattosio, e colorato in rosso con fenolftaleina. Il *Bacterium coli*, sviluppandosi in tale terreno, scinde il lattosio, formando acido lattico che scolora il terreno stesso. Nei saggi eseguiti non si ebbe tale scoloramento, e si poteva già da questo escludere la presenza del batterio ricercato. Tuttavia se ne volle la conferma seminando la coltura in brodo Abba sui terreni solidi di Drigalski e Conradi e di Endo. Il primo è colorato con tintura di tornasole e su questo il *Bacterium coli* produce colonie arrossate a causa di produzione acida, il secondo contiene fucsina decolorata con iposolfito di sodio e su questo il *Bacterium coli* produce colonie rosse ripristinando la tinta del colorante.

Anche il passaggio su questi terreni diede risultato negativo.

L'esperienza ebbe la durata di quattro mesi, durante i quali fu varie volte ringiovanita la coltura, versando nella intercapedine altra coltura recente. I risultati furono sempre negativi, per cui può concludersi che i tubi di Eternit nelle condizioni espresse dianzi, sono impermeabili al *Bacterium coli*.

Esperienze con sostanza colorante.

Si è cercato se avvenisse il passaggio di acqua dall'esterno all'interno del tubo di Eternit, aggiungendo in acqua contenuta nella intercapedine dianzi citata una soluzione alcoolica di fluoresceina, di cui è ben noto l'alto potere colorante in ricerche del genere.

L'esperienza ha avuto la durata di venti giorni con risultato negativo.

Prove idrauliche Tav. I.

Diametro interno mm.	Spessore mm.	Deformazioni massime misurate			Limite di elasticità			Pressione di rottura Kg/cm²	Carico unitario di rottura Kg/cm²
		P Kg/cm²	Kg/cm²	Aumento % Diametro	P Kg/cm²	Kg/cm²	Aumento % Diametro		
100	12	—	—	—	—	—	—	35,0	176
100	12	20	83,5	0,070	—	—	—	40,5	173
200	16	—	—	—	—	—	—	26,0	162
200	16	30	187	0,078	30	187	0,078	32,5	203
200	32	40	125	0,081	40	185	0,081	48,0	150
200	32	46	144	0,000	46	144	0,050	57,0	178
									187
300	24	25	155	0,028	—	—	—	34,0	212
400	32	—	—	—	—	—	—	25,0	156
400	32	—	—	—	—	—	—	34,0	212

Moduli di elasticità dei tubi a pressione idraulica Tav. II.

Tipo del tubo	100/12		200/16		200/32		200/32	
σ	p	E	p	E	p	E	p	E
31,3	—	—	—	—	—	—	10	242.000
42,7	10	170.500	—	—	—	—	—	—
62,5	—	—	10	314.000	—	—	20	202.000
85,4	20	136.000	—	—	—	—	—	—
93,9	—	—	—	—	30	330.000	30	191.000
125,0	—	—	20	285.000	46	312.000	40	179.500
156,0	—	—	—	—	—	—	—	—
187,3	—	—	30	260.000	—	—	—	—
Rottura . .	σ 173	p 40,5	σ 208	p 32,5	σ 173	p 57	σ 150	p 48

I valori di p E sono espressi in Kg/cm².

Prove di flessione Tav. III.

Diametro tubo mm.	Spessore mm.	Compata m.	Carico totale di rottura Kg.	Momento flettente Kg/cm²	Momento resistente cm³	Carico unitario di rottura Kg/cm²	*Osservazioni*
100	12	1.600	1.400	56.000	129	433	N. 1 prova
100	12	0.800	2.500	50.000	129	387	Media di N. 2 prove
200	16	1.600	5.200	208.000	585	356	N. 1 prova
200	16	0.800	8.500	170.000	585	(1)	» 1 »
200	32	1.500	14.000	525.000	862	607	» 1 »
200	32	0.800	24.000	480.000	862	556	» 1 »
300	24	1.500	13.000	488.000	1.849	(2)	» 1 »
400	32	1.500	25.000	940.000	4.238	214	» 1 »

(1) Il tubo si è rotto per schiacciamento. — (2) Il tubo si è rotto per sfondamento nel punto di applicazione del carico.

Prove alla compressione secondo le generatrici Tav. IV.

Diametro interno mm.	Spessore mm.	Carico di rottura per m.m. di tubo Kg.	Valore corrispondende del carico unitario Kg/cm²	*Osservazioni*
100	12	9.850	557	Media di N. 2 prove
200	16	7.600	470	» » 3
200	32	20.700	381	» » 3
300	24	6.683	305	» » 3
400	32	11.730	391	» » 3

TAV. V.

Moduli di elasticità dei tubi caricati secondo le generatrici

$D = 200$ $s = 18$ mm. $L = 192$ mm.

PRIMO

P Kg.	σ Kg/cm²	δ mm.	E Kg/cm²	m	*Osservazioni*
100	33,1	0	—	—	
400	132,4	0,15	356.000	1,035	
500	165,5	0,25	285.000	1,063	
600	198,6	0,37	240.000	1,075	
900	297,9	0,66	215.000	—	
1200	397,2	1,09	180.000	—	limite di elasticità
1450	480,0	—	Rottura	—	

SECONDO

P Kg.	σ Kg/cm²	δ mm.	E Kg/cm²	m	*Osservazioni*
100	33,1	0	—	—	
300	99,3	0,17	236.000	—	
400	132,4	0,295	181.000	1,045	
500	165,5	0,41	176.000	1,047	
600	198,6	0,522	170.000	1,052	
700	231,7	0,668	160.000	—	
800	264,8	0,822	151.000	—	
900	297,9	0,982	145.000	1,072	
1000	331,0	1,110	145.000	—	limite di elasticità
1100	364,1	1,350	132.000	—	
1200	397,2	1,585	124 000	—	
1340	444	—	Rottura	—	

Prove all'urto

TAV. VI.

Diametro	Spessore	Peso della palla Kg.	Altezza di caduta m.	Lavoro producente sfondamento Kgm.	Lavoro totale assorbito per rottura Kg/m.	$\frac{L D^2}{s}$
100	12	12	0,90	10,8	42	—
200	16	25	1,60	40,0	182	46,60
200	32	25	2,00	50,0	406	41,00
300	24	12	1,80	21,6	115	50,80
400	32	12	1,85	22,2	106	52,00
					Media . . .	47,6

Prove di caduta TAV. VII.

TIPO DEL TUBO	100/12	200/32	200/32	300/24	300/24	400/32
Lunghezza . . . . M.	1,20	1,20	2,00	1,20	2,00	1,20
Peso totale . . . . Kg.	8,9	61,2	103,6	61,4	103,3	106,7
Peso a metro . . . . Kg.	7,4	51,0	51,8	51,6	51,6	89
Altezza di rottura . . . . M.	2,50	2,00 (1)	1,90	1,50	1,50	1,80
Lavoro totale ass. . . . . Kgm.	22,2	122,4	1,96	92	1,55	1,92
Lavoro per Kg. . . . . Kgm.	2,5	1,99	1,88	1,51	1,50	1,8

(1) Non si è rotto.

TAV. VIII.

Quadro delle sollecitazioni unitarie medie ottenute su i vari tipi di tubi in Kg./cm²

TIPO DEL TUBO	100/12	200/16	200/32	300/24	400/32	400/64
Trazione longitudinale	—	—	—	—	—	187
Trazione radiale	—	—	—	—	—	155
Compressione secondo le fibre	420	—	—	—	—	658
Compressione normalmente alle fibre . .	—	—	—	—	—	1180
Flessione longitudinale	433	356	581	—	214	—
Flessione trasversale	557	470	381	305	391	—
Pressione idraulica	159	182	164	200	184	—

La tranvia elettrica Biella--Sandigliano.

Con R. Decreto 29 luglio 1926, n. 1136 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 28 agosto c. a., n. 200), è stato approvato e reso esecutorio l'atto addizionale stipulato il 5 luglio 1926 fra il Delegato del Ministero dei Lavori Pubblici in rappresentanza dello Stato ed il legale rappresentante della « Società Biella-Oropa per trazione elettrica », per la concessione senza sussidio governativo della costruzione e dell'esercizio del prolungamento, sino a Borriana, della tranvia a trazione elettrica Biella-Gaglianico-Sandigliano.

INFORMAZIONI

I risultati d'esercizio delle cinque grandi Compagnie ferroviarie francesi nel 1925.

Coefficiente d'esercizio

Compagnie	1913	1923	1924	1925
Nord	62 %	89 %	79 %	79 %
Est	61 %	82 %	79 %	80 %
P. L. M.	57 %	85 %	80 %	79 %
P. O.	59 %	89 %	88 %	89 %
Midi	54 %	94 %	87 %	84 %
Coefficiente medio .	59 %	87 %	81 %	81 %

Prodotti del traffico.
(in milioni di franchi)

Compagnie	1925	1924	1913
Nord.	1.565,4	1.420,2	328,8
Est.	1.414,8	1.252,2	300,–
P. L. M.	2.764,9	2.350,8	588,2
P. O.	1.308,5	1.160,3	306,6
Midi	616,9	535,7	148,2
Totale . . .	7.670,5	6.719,2	1.671,8

Numero dei viaggiatori trasportati
(in migliaia)

Reti	1925	1924	1923	1913
Nord	158.268	154.283	150.000	115.002
Est	129.666	122.761	126.000	91.691
P. L. M. . . .	134.822	130.567	128.139	93.960
P. O.	87.049	82.777	82.766	59.842
Midi	33.569	33.886	35.914	28.586
Totale . .	543.374	524.274	523.419	389.084

Merci trasportate a P. V.
(in migliaia di tonnellate)

Reti	1925	1924	1923	1913
Nord	57.611	59.553	56.082	50.572
Est	55.163	53.848	44.405	45.725
P. L. M. . . .	44.870	44.940	40.414	37.733
P. O.	22.290	23.153	21.192	20.418
Midi	15.680	15.662	15.676	13.544
Totale . .	195.614	197.158	177.770	167.995

Numero dei carri caricati

(in migliaia)

Compagnie	1921	1922	1923	1924	1925
Nord. . .	2.976	3.536	4.156	4.371	5.803
Est. . . .	1.800	2.475	2.607	2.766	4.989
P. L. M. . .	3.223	3.776	4.319	4.486	5.899
P. O. . . .	1.800	2.139	2.370	2.414	3.873
Midi. . . .	1.228	1.498	1.800	1.995	2.673
Totale . .	11.027	13.424	15.252	16.032	23.237

Ripartizione delle spese

Categoria di spese	1920	1921	1922	1923	1924	1925
Personale	43 %	48 %	55 %	51 %	52 %	58 %
Combustibili	27 %	19 %	12 %	16 %	15 %	14 %
Altre spese d'esercizio . . .	30 %	33 %	33 %	33 %	33 %	28 %

Spese di personale.

(in milioni di franchi)

Compagnie	1913	1923	1924	1925
Nord	139,3	599,1	667	853
Est	128,8	514	576	714
P. L. M.	202,8	848	964	1.160
P. O.	114,2	498,9	559	687
Midi	45,9	254,4	363	308
Totale . . .	631 —	2.714,4	3.029	3.722

Spese di combustibili.

(in milioni di franchi)

Compagnie	1913	1923	1924	1925
Nord	25,6	165	164	138
Est	22,4	111	139	127
P. L. M.	51,5	303	377	390
P. O.	34	166	188	182
Midi	11,3	57	64	60
Totale . . .	144,8	802	932	897

Indennità pagate per avarie, smarrimenti o furti di merci

(in milioni di franchi)

Compagnie	1920	1921	1922	1923	1924	1925
Nord . .	28,7	16,5	11,1	10,8	15	13
Est . . .	20,3	29,1	22,2	12,7	18,2	19,5
P. L. M. .	95,3	56	52,1	30,2	36,3	42
P. O. . .	51,4	31,9	17,1	13,2	16,7	16,4
Midi . .	22,3	14,8	10	6,1	7,3	8,3
Totale . .	218	148,3	112,5	73	93,5	99,2

Linea Direttissima Bologna - Firenze

RAPPORTO DEI LAVORI PER IL TRIMESTRE APRILE-GIUGNO 1926

Numero d'ordine	INDICAZIONI		Grande Galleria dell'Appennino fra le valli del Setta e del Bisenzio Lunghezza m.l. 18.510							Galleria di Monte Adone fra le valli del Savena e del Setta Lunghezza m.l. 7135			Galleria di Pian di Setta Lunghezza m.l. 3049		
			Imbocco Nord (Valle Setta) Lagaro	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 1 – Bologna	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 1 – Firenze	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 2 – Bologna	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 2 – Firenze	Imbocco Sud (Valle Bisenzio) Vernio	Totali	Imbocco Nord (Valle Savena)	Imbocco Sud (Valle Setta)	Totali	Imbocco Nord	Imbocco Sud	Totali
	Lunghezze m. l.		4775	6805				6930	18.510	4705	2430	7135	1549	1500	3049
I	**Avanzamento conseguito nel trimestre:**														
	1) Cunetta di base	m.l.	144	86			66	291	587	218	242	460	—	—	—
	2) Cunetta di calotta	»	156	102			85	231	574	216	170	386	94	64	158
II	**Progressiva della fronte estrema dello scavo:**														
	1) della cunetta di base	m.l.	2984	1005	61.90	61.90	564	4383	9059.80	3928	2575	6503	—	—	—
	2) della cunetta di calotta	»	2967	909	61.90	61.90	507	4200	8706.80	3856	2455	6311	1605	255	1860
	3) dello strozzo	»	2906	710	61.90	61.90	320	3920	7979.80	3618	2310	5928	1511	204	1715
III	**Progressiva delle sezioni di rivestimento in muratura:**														
	1) Calotta	m.l.	2928	842	61.90	61.90	438	4005	8336.80	3744	2376	6120	1554	228	1782
	2) Piedritti	»	2882	697	61.90	61.90	354	3861	7917.80	3613	2276	5889	1500	176	1676
	3) Arco rovescio	»	2859	463	61.90	61.90	275	3650	7370.80	3190	2200	5390	1432	130	1612
IV	**Temperatura:**														
	1) media; all'esterno	t°	16°,5	16°			15°,5	14°		16°	18°,5		17°	13°	
	in galleria	»	17°,5	20°,5			22°	20°		19°,5	19°		15°	11°	
	2) massima delle rocce in galleria	»	18°,5	22°			23°,5	18°		21°	18°,5		15°	16°	
V	**Quantità d'acqua di filtrazione in litri al 1″**	l.1″	—	92			15	238		2.6	1.5			1.7	
VI	**Volume d'aria immesso nelle 24 ore in galleria:**														
	1) per ventilazione	m³	(1) 2.000.000	(2) 850.000		850.000		1.850.000	5.550.000	226.150	155.000	381 150	432.000	—	432.000
	2) per la perforazione	»	21.000		127.500			44.800	193.300	24.500	29.600	54.100	—	—	—
	3) per trasporti ad aria compressa	»	6.200		5.600			8.350	20.150	—	—	—	—	—	—
VII	**Volume medio giornaliero effettuato:**														
	1) di scavo	m³	133	147			85	202	567	201	159	360	91	54	145
	2) di rivestimento in muratura	»	46	35			21	45	147	51	44	95	94	44	138
VIII	**Numero medio giornaliero di operai:**														
	1) nei cantieri esterni alla galleria	N°	112		416			145	673	87	107	194	38	20	58
	2) in galleria	»	332	561			346	520	1759	442	288	730	361	185	546
	3) in totale	»	444		1323			665	2432	529	395	924	399	205	604
IX	**Esplosivi**	Kg.	2709		21.724			12.445	36.888	10.383	7.850	18.233	2450	1790	4240

NATURA DEI TERRENI ATTRAVERSATI

Grande Galleria dell'Appennino

Imbocco Nord. — Si incontrano schisti argillosi con trovanti di calcare alberese (marnoso). Continua la presenza di gas che viene eliminato, in calotta, con la combustione provocata a distanza; nel cunicolo inferiore per diluizione a mezzo della ventilazione.

Pozzi abbinati inclinati. — Nell'attacco verso Bologna alternanze di banchi di arenaria e strati di marna argillosa; in quello verso Firenze alternanze di banchi di arenaria a marna argillosa più o meno compatta ed a struttura schistosa; forte aumento di acqua. Notevoli emanazioni di gas verso Bologna.

Imbocco Sud. — Alternanze di arenaria e schisti galestrini compatti con abbondanti filtrazioni d'acqua.

Galleria di Monte Adone

Imbocco Nord. — Grossi strati di argilla leggermente sabbiosa, alternati con strati di sabbia compatta leggermente argillosa.

Imbocco Sud. — Argilla marnosa con strati di arenaria.

Galleria di Pian di Setta

Imbocco Nord. — Argille scagliose con stratificazioni di arenaria e marna: segnalata la presenza di gas che acceso brucia senza mantenere l'accensione.

Imbocco Sud. — Alternanze di arenaria e schisti marnosi.

Note — (1) Di cui m³ 450.000 negli avanzamenti. — (2) Di cui m³ 410.000 nell'avanzamento inferiore.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Scaricatore a rovesciamento con pesatura automatica. (*Engineering*, 16 luglio 1926, pag. 69).

Da lungo tempo si studiava il modo di accoppiare le due operazioni di scarico di un carro ferroviario mediante il rovesciamento (il sistema più rapido in uso) e di pesatura automatica; e ciò

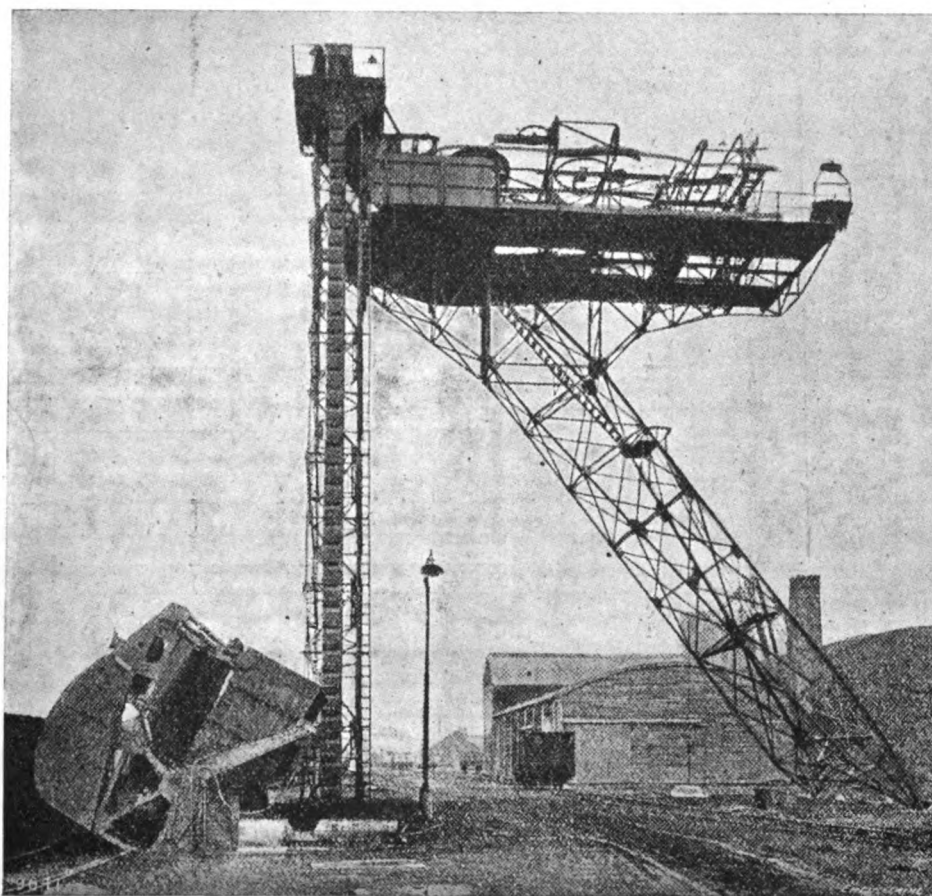



Fig. 1. — Vista generale dell'impianto.

allo scopo di evitare il considerevole perditempo causato dal dover portare, prima dello scarico, il carro sulla piattaforma del ponte a bilico.

Il problema è stato risolto in modo geniale dalla *Mitchell Conveyor and Trasporter Company*, di Londra. La sistemazione generale dell'impianto, già messo in funzione a Preston, in Inghilterra è indicato dalla fig. 1. Alla estremità sinistra dell'illustrazione si dovrebbe vedere la cabina per la

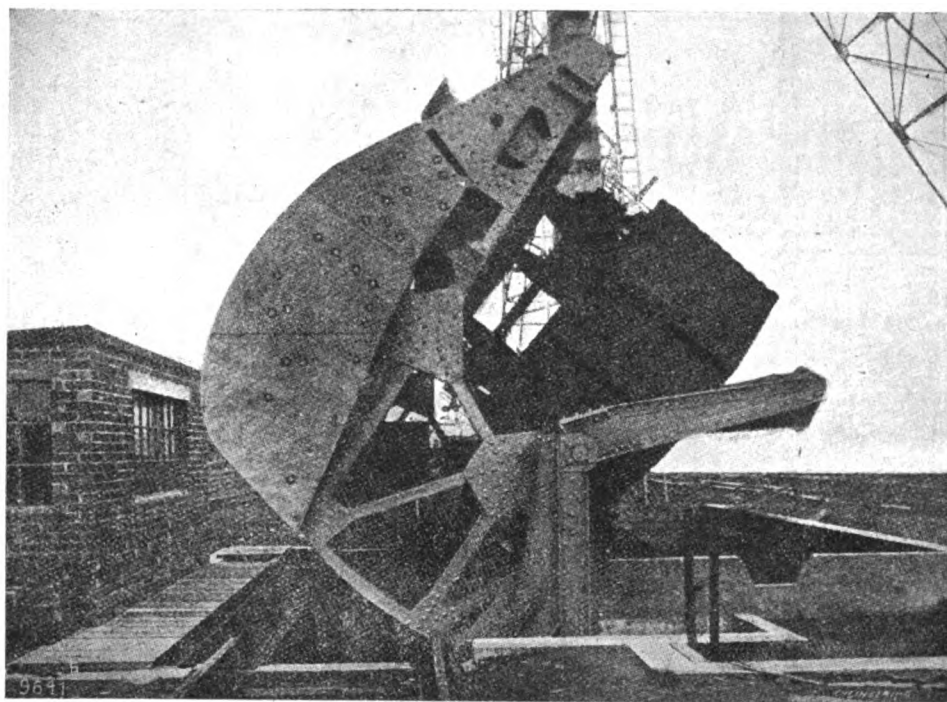



Fig. 2. — L'apparecchio dopo il rovesciamento del carro.

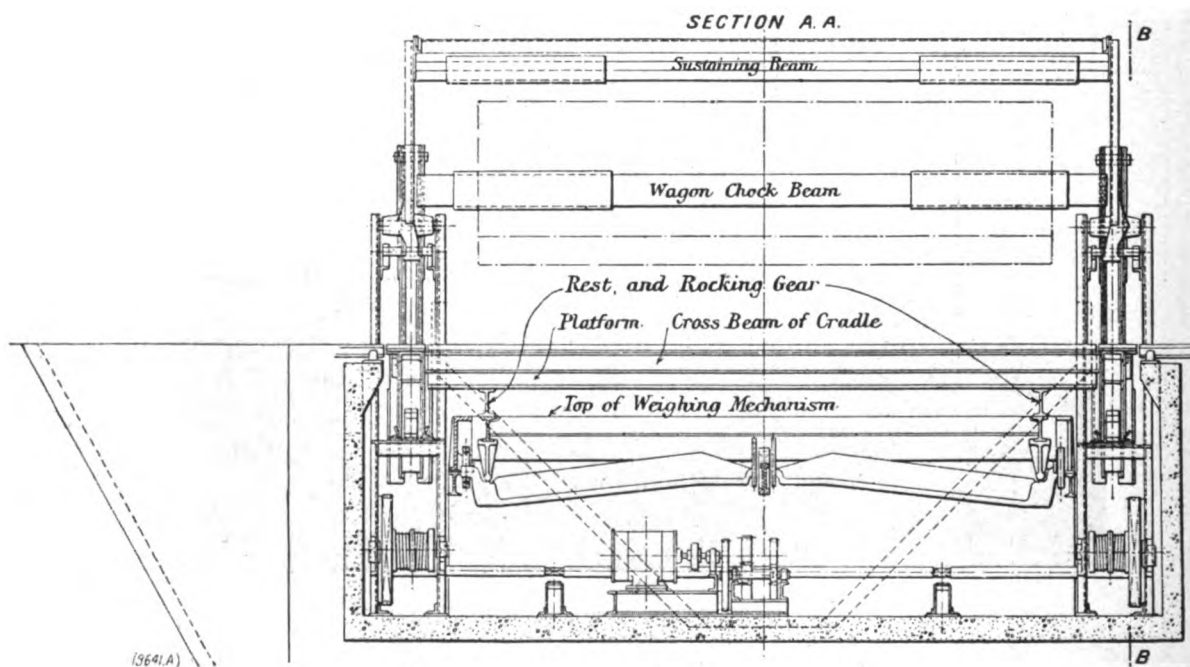



Fig. 3. — Sezione longitudinale dell'apparecchio.

Sustaining Beam = Travata di sostegno.
Wagon Chook Beam = Travata di arresto del carro.
Rest, and Rocking Gear = Appoggio e meccanismo oscillante.
Platform = Piattaforma.
Cros Beam of Cadle = Travata trasversale dell'apparecchio rovesciante.
Top of Weighing Mechanism = Parte superiore del meccanismo di pesatura.

pesatura. Subito dopo si vede il meccanismo combinato per il rovesciamento e la pesatura. Il meccanismo è stato fotografato nella posizione precisa (più chiaramente visibile nella figura 2) in cui esso si trova subito dopo che il contenuto del carro è stato scaricato in una tramoggia in cemento armato, situata inferiormente. La base della tramoggia comunica con un elevatore a secchie, che scarica il materiale contenuto nel carro dentro i carrelli di una teleferica. La piattaforma del meccanismo di pesatura costituisce una parte essenziale dell'apparecchio di rovesciamento, sicchè il carro, appena spinto su essa, viene pesato e rovesciato senza ulteriori manovre.

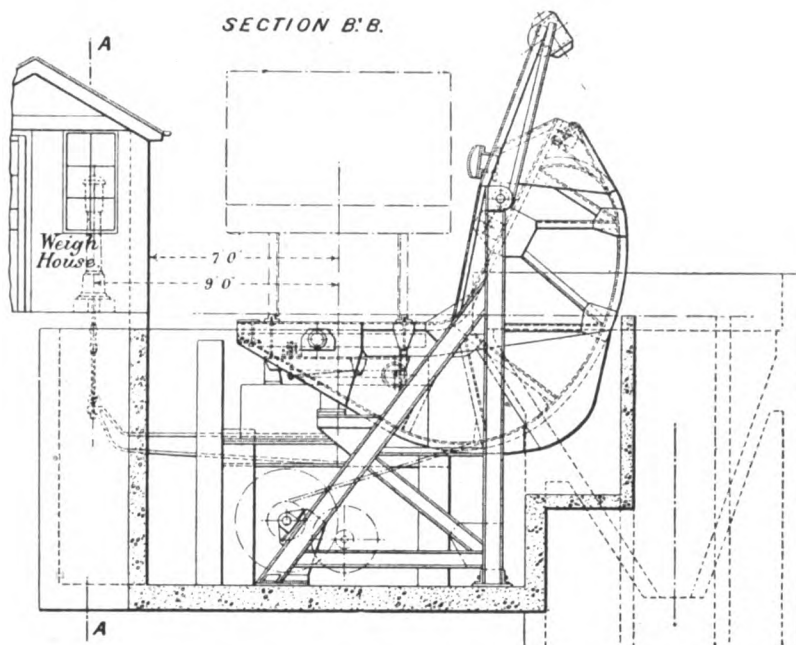



Fig. 4. — Sezione trasversale dell'apparecchio.
Weigh house = Cabina di pesatura.

Il carro vuotato è poi spinto fuori della piattaforma del meccanismo dal carro carico che lo segue nella colonna; sicchè, in ultima analisi, la rapidità dello scarico si può dire limitata unicamente dalla capacità della tramoggia sottostante e dell'impianto di sollevamento e di trasporto del materiale scaricato.

L'articolo riporta una minuziosa descrizione della parte meccanica dell'impianto; descrizione che dobbiamo omettere per brevità. Diciamo solo che i meccanismi sono studiati in modo da utilizzare l'azione di contrappesi, riducendo la potenza del motore elettrico che aziona l'apparecchio a solo 20 Cv.; potenza che del resto viene assorbita solo in servizio intermittente per pochi istanti alla volta.

Stimiamo utile riportare le fig. 3 e 4, che indicano, rispettivamente in sezione longitudinale e trasversale, la posizione delle varie membrature e dei meccanismi.

(B. S.) La unificazione dei pali in cemento armato. (*The Railway Engineer*, giugno 1926, pag. 197).

Dato l'enorme continuo sviluppo assunto dalle costruzioni in cemento armato, si è riconosciuta la convenienza di unificare non solo le ipotesi generali ed i metodi teorici di calcolo; ma anche di rendere, per dir così, meccanico, il calcolo delle strutture più comuni in tale genere di costruzioni. Da ultimo i costruttori americani hanno rivolta la loro attenzione sul particolare problema di unificare il calcolo degli zatteroni per i pali di fondazione in cemento armato; cioè di quelle grosse

solette, interposte tra le teste di un gruppo di pali e il pilastro o la colonna che su tale gruppo di pali si scarica.

I calcoli sono fondati sui seguenti dati:

Carico ammissibile per ogni palo di fondazione: 30 tonnellate; ciò vale per la maggior parte dei casi; però è stato previsto anche il carico di 35 tonnellate; ed è stata compilata una tabella che indica le correzioni da apportarsi ai dati ricavati coi calcoli « *standard* » qualora si voglia tener conto di tale maggiore carico unitario per palo.

Distanza minima tra centro e centro dei pali: circa 90 centimetri; per pali di diametro da cm. 40 a 50. Per pali più leggeri tale distanza, naturalmente, si dovrebbe ancora diminuire.

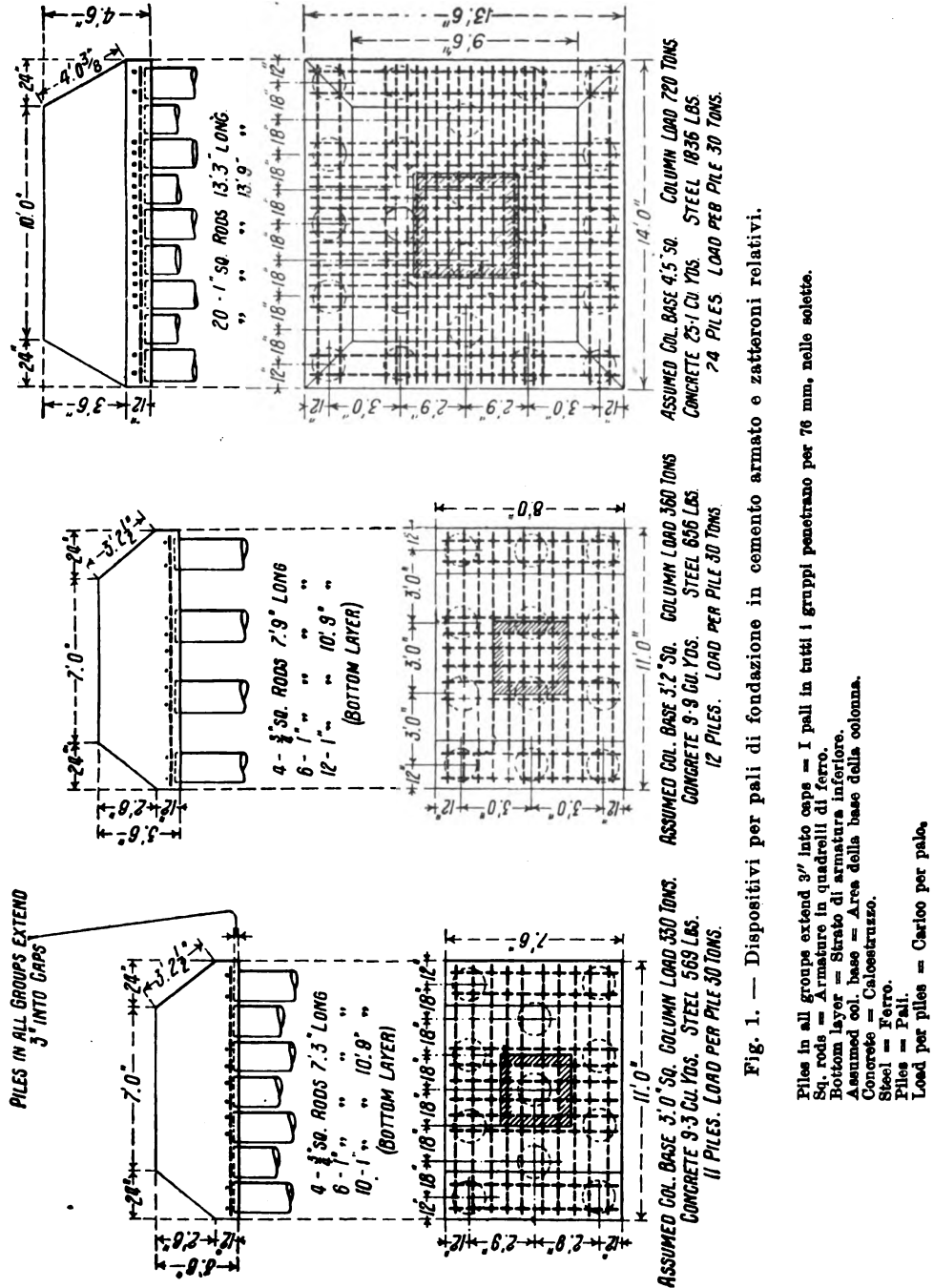



Fig. 1. — Dispositivi per pali di fondazione in cemento armato e zatteroni relativi.

Piles in all groups extend 3" into caps = I pali in tutti i gruppi penetrano per 76 mm. nelle solette.
Sq. rods = Armature in quadrelli di ferro.
Bottom layer = Strato di armatura inferiore.
Assumed col. base = Area della base della colonna.
Concrete = Calcestruzzo.
Steel = Ferro.
Piles = Pali.
Load per piles = Carico per palo.

Distribuzione geometrica dei pali. E' stata indicata per moltissimi casi: in ogni modo, è ovvio che essa debba esser tale da raggruppare i pali simmetricamente rispetto a due o più assi, e il più possibile vicino al centro del sovrastante carico; e ciò allo scopo di diminuire al massimo i momenti flettenti nel conglomerato, e il volume di questo nella soletta.

Distanza minima dal centro del palo all'orlo della soletta: cm. 30.

Altezza di penetrazione del palo mm. 76.

Dosatura del calcestruzzo di cemento per gli zatteroni: una parte di cemento, due di sabbia e quattro di pietrisco o di ghiaia.

Carico unitario ammissibile trasmesso dalle colonne o pilastri: 34 kg.-cmq.

Nella figura sono riportati, a titolo di esemplificazione, i disegni costruttivi in tre casi diversi di sollecitazione e di distribuzione di pali.

Il surriscaldamento nelle locomotive di manovra. (*The locomotive*, 15 marzo 1926).

In America sono stati fatti esperimenti comparativi sui consumi di acqua e di carbone in due locomotive di manovra identiche, utilizzate per lo stesso servizio, e di cui una era a vapore surriscaldato, l'altra a vapore saturo.

I servizi di manovra sono stati classificati per ordine di difficoltà crescente, indicandoli con le lettere A, B, C.

Da tali esperimenti si dedusse che con la locomotiva a vapore surriscaldato si conseguono le seguenti economie:

	acqua	carbone
Servizio A	17,8 %	16,6 %
» B	19,8 %	17,5 %
» C	25,8 %	23,4 %

Come si vede, l'economia cresce per i servizi più pesanti; ma, ciò non ostante, è notevole anche per i servizi più leggeri. È bene osservare, poi, che dal prospetto non risulta l'economia di tempo (pur essa importante) che si consegue per il fatto che, da una parte, la locomotiva può marciare più a lungo senza ricarico; dall'altra, occorre pulire il focolare meno frequentemente.

(B. S.) Una iniziativa americana: la lotta contro lo spreco. (*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, aprile 1926, pag. 305).

L'A., dopo un preambolo storico, riporta la esatta traduzione dell'opuscolo edito dal « Bureau of Standards » intitolato: *Eliminazione dello spreco. Pratica semplificata. Ciò che è e ciò che offre.*

Opuscolo il quale costituisce un sommario delle attività della Divisione del Ministero americano del Commercio che si occupa appunto della *pratica semplificata* e precisa i servizi che essa può rendere alle industrie. È come il codice della nuova forma di attività — *la standardizzazione o unificazione dei tipi* — che in America va prendendo uno sviluppo enorme, data anche la vivacissima campagna di propaganda fatta dagli stessi organi governativi.

La nuova istituzione è tipicamente americana, dato che essa si collega immediatamente ai metodi di organizzazione di Federico Taylor e ai successi industriali di Enrico Ford; cioè alle concezioni di due uomini le cui mentalità formano insieme il tipo completo dell'americano moderno. Ideatore e primo organizzatore dell'ufficio è stato G. Hoover, che fu durante la guerra il grande vettovagliatore dell' Europa e che divenne in seguito presidente della Federazione delle Associazioni degli ingegneri, e che è attualmente ministro del Commercio. Nel suo discorso inaugurale, come presidente delle associazioni di ingegneri, egli dichiarò che, essendo gli ingegneri i creatori di tutta la ricchezza nazionale, essi devono avere una influenza preponderante sulla legislazione econo-

mica del loro paese; ed aggiunse che è un dovere per essi di lavorare disinteressatamente per la prosperità della patria. E difatti, all'indomani preciso della sua nomina alla presidenza della federazione e cioè il 20 novembre 1920, l'Hoover fece decidere dal suo Consiglio l'inizio immediato degli studi sulle cause di spreco nelle officine e dei rimedi da apportarvi. Il 12 gennaio 1921 egli nominò i membri del comitato incaricato di tali studi, con il mandato di presentare il loro rapporto nel termine di sei mesi. Ed infatti il 3 giugno fu presentato tale rapporto, in un volume a stampa di 500 pagine, ricco di documenti e di consigli di ogni genere. Gli studi riguardarono sei industrie e precisamente: l'edilizia, l'industria del vestiario, la calzoleria, la stampa, la costruzione meccanica, la filatura. Contemporaneamente, però, l' Hoover faceva studiare anche i mezzi per correggere una causa importante di spreco nell'industria mineraria: l'irregolarità di consumo che obbliga, in certe stagioni, a rallentare l'estrazione, e quindi a licenziare operai.

Terminati tali studi preliminari, ed essendone risultato che per alcuni dei provvedimenti studiati occorreva l'intervento dei poteri statali, l'Hoover, come presidente della Federazione, indirizzò al Senato una lettera in termini piuttosto bruschi, che si può riassumere così: in nome dei 30.000 ingegneri che io rappresento, vi chiedo di prendere un certo numero di disposizioni sulle quali noi siamo d'accordo. Se voi non avete tempo di preparare i progetti di legge, e di fare le relazioni occorrenti, ce ne cureremo noi; voi non avete che a sottoscriverli.

In seguito a ciò, l'Hoover venne nominato ministro del Commercio. Egli creò allora, nell'ambito del suo Ministero, una divisione incaricata di accentrare gli sforzi dei privati e dello Stato allo scopo di combattere gli sprechi nell'industria.

Come risulta dall'opuscolo citato in principio, fu stabilito che primo mezzo per conseguire lo scopo fosse quello della unificazione dei prodotti industriali; non escludendo, ben inteso, che in seguito possano esser presi altri provvedimenti per ora ritenuti di minore importanza.

Si vanno ora pubblicando brevi opuscoli che riguardano l'unificazione di particolari impianti e strutture, anche se molto modeste ma sempre molto diffusi, fra cui, ad es., ritirate per officine, serbatoi per acqua calda.

La funzione nazionale della stampa tecnica.

Da un più elevato concetto e da una più esatta valutazione dell'importanza della stampa tecnica, da parte degli industriali, deriveranno anche, per naturale svolgimento di cose, un miglioramento qualitativo ed un selezionamento delle riviste tecniche, che tenderanno a perfezionarsi sempre più nell'adempimento dell'alta loro missione; e ciò, oltre che di decoro per la coltura tecnica del Paese, riuscirà di grande vantaggio per le industrie, non solo nei riguardi del servizio informativo che dalle pubblicazioni tecniche esse potranno avere, ma anche dal punto di vista della rinomanza che, attraverso una stampa tecnica bene apprezzata, l'industria italiana potrà acquistare all'estero.

Agli organizzatori delle industrie italiane la via da seguire è chiaramente additata da S. E. Belluzzo, il quale, accettando la Presidenza onoraria dell' Associazione Italiana della stampa tecnica e quella del II Congresso internazionale della stampa tecnica, che si è tenuto quest'anno a Roma, ha voluto mettere in rilievo in quale considerazione la stampa tecnica debba essere oggi tenuta, tra gli altri fattori di incremento dell'economia nazionale.

Questo breve cenno dell'autorevole consorella milanese *L'Industria* sembra opportuno riportare nella nostra rivista, che afferma da tempo la funzione della stampa tecnica e si adopera per un'efficace documentazione.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

(3394) ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, via Ennio Quirino Visconti, 13 A

ANNO XV - VOL. XXX - N. 4. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 OTTOBRE 1926.
Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) Dollari 4½. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
——— Quota annuale di associazione L. 36 ———
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA (20) - VIA DELLE COPPELLE, 35 - TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Anno XV. - Vol. XXX. 15 ottobre 1926 - N. 4

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Illuminazione dei segnali ferroviari

(Redatto dall'ing. SILVIO DORATI per incarico del Servizio Lavori delle FF. SS.)

Vedi tav. IX e X fuori testo

I. - Generalità.

Il gas ha da gran tempo sostituito il petrolio nell'illuminazione pubblica e domestica, l'elettricità li ha in seguito sostituiti entrambi; eppure la vecchia lampada a petrolio continua a regnare, indisturbata, o quasi, nel campo dell'illuminazione dei segnali ferroviari.

Dominio illegittimo, poichè tale apparecchio non regge ad un esame critico obbiettivo, nè sotto il punto di vista tecnico nè sotto il punto di vista economico.

È evidente che, specialmente coll'adozione di velocità sempre maggiori, la visibilità dei segnali acquista un'importanza capitale. Basta, per persuadersene, riflettere che un treno che viaggi alla velocità di 120 Km-ora percorre 33 metri al minuto secondo e quindi un segnale che abbia soltanto la visibilità minima regolamentare di 100 metri rimane in vista del macchinista per soli 3 minuti secondi. Questo tempo è senza dubbio assai breve e poichè l'aumentarlo non è sempre possibile, è necessario in compenso che la visibilità dei segnali sia sempre perfetta, anche nelle più avverse condizioni atmosferiche.

Per ottenere tale risultato occorre che la luce dei segnali sia abbastanza penetrante cioè sia anzitutto abbastanza intensa.

Ma ciò non basta: occorre ancora che essa sia netta, ossia di natura tale da impressionare fortemente l'occhio dell'osservatore, ed inequivocabile, cioè abbia caratteri tali da non poter facilmente esser confusa con altre luci.

Invece la visibilità offerta dalla lampada a petrolio è piccola ed incostante, specialmente se la fiamma non è ben regolata e, diventando fuligginosa, affumica la lente ed il riflettore.

Inoltre, anche in condizioni soddisfacenti di pulizia e di manutenzione, l'intensità luminosa è variabile, decrescendo essa infatti dal principio alla fine del periodo d'accensione.

La lampada a petrolio poi è tutt'altro che immune dal pericolo di spegnimento e, quel ch'è peggio, essa non dà di ciò alcun avvertimento al posto di manovra, a meno che non si voglia ricorrere all'impianto sussidiario dei fotoscopi, impianto costoso ed il cui esercizio si è dimostrato, all'atto pratico, non scevro di difficoltà.

Dal lato economico, infine, l'illuminazione a petrolio si presenta sotto un aspetto anche meno brillante. Essa comporta una assai forte spesa d'esercizio come verrà dimostrato in seguito. Ciò appare del resto subito evidente qualora si pensi che il sistema luminoso e quello ottico, in causa del loro carattere primordiale, non possono dare che un assai basso rendimento, onde risulta assai alto il costo dell'unità luminosa effettiva e che inoltre la lampada a petrolio richiede un largo impiego di mano d'opera per l'accensione, la pulizia ed il rifornimento, talchè il suo costo è andato continuamente aumentando dopo la guerra, appunto in ragione del preponderante e continuo aumento del costo della mano d'opera.

Sono stati, in America, studiati perfezionamenti, consistenti soprattutto nel costruire le lanterne ed il beccuccio in modo che il vento non abbia a poter spegnere la fiamma; che l'umidità sviluppata dalla combustione non si condensi all'interno della lanterna; che lo stoppino ed il beccuccio possano permettere un'accensione continua di almeno 100 ore senza bisogno di sorveglianza e che il serbatoio abbia una capacità sufficiente. In pratica gli americani sono infatti riusciti ad avere delle lampade che possono ardere continuamente per due settimane, senza bisogno di essere sorvegliate. La fiamma ha una intensità luminosa iniziale di mezza candela, che scende, dopo 100 ore, a un decimo di candela, sempre sufficiente, allorquando si disponga di un buon sistema ottico, a render visibile il segnale a distanze che variano da 1 a 3 chilometri, secondo le condizioni atmosferiche.

Con tutto ciò però, anche in America, l'uso del petrolio per illuminazione dei segnali è ritenuto un sistema ormai sorpassato.

Per ultimo non è da trascurare la circostanza che, mentre l'elettricità, l'acetilene, ecc. sono prodotti dell'industria nazionale, il petrolio è un prodotto di importazione e la quantità impiegata tuttora per l'illuminazione dei segnali rappresenta un tributo annuo verso l'estero di oltre 2,5 milioni di lire.

Tutte queste circostanze spiegano come, a somiglianza di quanto si pratica presso le varie Reti ferroviarie, anche presso la nostra si tenda a sostituire l'illuminazione a petrolio con altri sistemi dei quali in questo breve studio prenderemo in esame soltanto i più diffusi e cioè l'illuminazione elettrica e quella ad acetilene a luce lampeggiante.

Tali sistemi, oltre agli evidenti vantaggi tecnici e, come si vedrà più avanti, ad un più limitato costo di esercizio, permetteranno, in ragione dell'aumentata potenzialità luminosa dei segnali, di addivenire, almeno nella maggior parte delle gallerie e nelle linee soggette a nebbie non intense, alla auspicata soppressione del sussidio dei segnali con petardi, apportando così, sia pure in via indiretta, oltre ad una maggior garanzia di sicurezza un altro notevole vantaggio economico.

Sia in linea tecnica che in linea finanziaria questi sistemi di illuminazione dei segnali ferroviari si presentano dunque sotto un'apparenza assai seducente e non sarà quindi fuori di luogo esaminarne un po' a fondo le caratteristiche ed il funzionamento.

In ogni modo però è evidente che, qualunque sia il sistema preso in considerazione, molta parte della sua efficacia e per conseguenza anche del suo rendimento economico dipende dalle caratteristiche costruttive del dispositivo impiegato e così faremo precedere l'esame dei varî tipi da alcune brevi considerazioni in merito.

Condizioni di visibilità.

La *visibilità* di una luce, ossia l'effetto che essa produce sull'occhio di un osservatore, è proporzionale all'illuminazione che si ha nella regione dove l'occhio trovasi.

Se si considera una luce libera, l'illuminazione in ciascun punto è, come è noto, inversamente proporzionale al quadrato della distanza di esso punto dalla sorgente luminosa, in causa della propagazione rettilinea della luce, da cui consegue che i tubi di flusso luminoso (1) sono conici. Poichè all'interno di ciascun tubo conico il flusso è costante e le aree delle sezioni rette del cono variano col quadrato della loro distanza dal vertice (sorgente luminosa), la densità del flusso cioè il flusso per unità di superficie (illuminazione) in ogni sezione è inversamente proporzionale al quadrato della distanza di essa dalla sorgente luminosa.

Ne consegue che l'illuminazione fornita da una sorgente luminosa, e quindi anche la visibilità di questa, decrescono ben rapidamente colla distanza, anche a prescindere dall'assorbimente atmosferico.

Per ovviare a tale stato di cose, occorrerebbe modificare l'andamento dei raggi luminosi nel senso che, almeno nella regione dello spazio dove interessa conservare la visibilità della luce, i tubi di flusso si avvicinassero quanto più è possibile alla forma cilindrica in luogo di esser conici. Allora le sezioni trasversali di ciascun tubo avrebbero sempre la stessa superficie e la densità del flusso (illuminazione) sarebbe costante per ciascuna di esse e quindi indipendente dalla distanza dalla sorgente luminosa, sempre astrazion facendo dall'assorbimento atmosferico (2).

(1) *Flusso luminoso* è il flusso di energia raggiante valutato secondo la sensazione luminosa che esso produce. L'unità di flusso, detta « lumen » è il flusso emesso da una sorgente puntiforme dell'intensità di una candela nell'angolo solido unitario, ossia nell'angolo solido di un cono il quale intercetta su di una sfera, avente per centro il vertice del cono, una superficie la cui area è espressa dal quadrato del raggio della sfera stessa.

Tale cono ha un'apertura al vertice di circa 65°. Poichè la superficie della sfera è espressa da $4 \pi R^2$, risulta che la somma degli angoli solidi che si possono formare attorno ad un punto è espressa da 4π.

Illuminazione in un punto è la densità del flusso luminoso attraverso l'elemento di superficie che comprende il punto stesso, ovverossia il quoziente del flusso per l'area dell'elemento di superficie suddetto.

L'unità relativa è il « lux », illuminazione d'una superficie di 1 mq. di area ricevente il flusso di un lumen uniformemente ripartito, oppure di una sfera di 1 m. di raggio illuminata per mezzo di una sorgente puntiforme dell'intensità di una candela situata al suo centro.

Altra unità pure usata è il « lumen per cmq. ».

Evidentemente 1 lumen cmq. = 10.000 lux.

Intensità luminosa d'una sorgente puntiforme in una data direzione è il flusso per unità d'angolo solido emesso dalla sorgente luminosa in quella direzione. L'unità relativa è la « candela internazionale ».

Le comuni lampade non hanno un'intensità luminosa uguale in tutte le direzioni. Si intende allora per *intensità media sferica* l'intensità di una sorgente luminosa puntiforme che emetta un egual flusso totale Φ

Indicando con I_m tale intensità media sferica si ha allora $I_m = \Phi : 4\pi$.

Nel linguaggio comune poi si chiama *intensità di una lampada* l'intensità orizzontale, cioè la media delle intensità misurate nelle diverse direzioni radiali contenute nel piano passante pel centro della lampada e normale al suo asse.

Si chiama infine *splendore* di una sorgente la sua intensità luminosa per cmq. di superficie apparente.

Esempio. L'illuminazione prodotta dal sole allo zenit, supposto nullo l'assorbimento dell'atmosfera, è di 134.500 lux. Poichè la distanza del sole è di m. 150×10^9, l'angolo solido corrispondente è $\frac{1}{(150 \times 10^9)^2}$ e quindi il flusso luminoso nell'unità d'angolo solido è $134.500 \times (150 \times 10^9)^2$ lumen, cifra che esprime anche l'intensità luminosa del sole in candele.

Essendo la superficie del sole di cm. 166×10^{20}, lo splendore del sole risulta di 180.000 candele per cmq.

(2) Chiamasi *coefficiente di trasparenza* dell'aria il rapporto fra la quantità di luce raccolta su una superficie collocata ad 1 km. di distanza dalla sorgente luminosa e la quantità emessa dalla sorgente in quella direzione.

$$K = \frac{\text{quantità luce raccolta}}{\text{quantità luce emessa a 1 km.}}$$

Alla distanza x il flusso luminoso diventa K^x.

Per atmosfere eccezionalmente chiare si ha $K = 0{,}97$; in generale il valore di K è compreso fra 0,9 e 0.5 a seconda delle condizioni atmosferiche.

In conclusione la luce raccolta a x km. di distanza dalla sorgente è data dal prodotto dell'intensità per il rapporto $\frac{K^x}{x^2}$ detto « funzione di attenuazione ».

Inoltre occorrerebbe dirigere verso l'occhio dell'osservatore la maggior parte del flusso luminoso totale della sorgente, che nelle luci libere si spande tutt'intorno e quindi è perduto agli effetti della visibilità in una determinata direzione.

Tali risultati si cerca di ottenere coll'impiego di lenti o di riflettori o di entrambi.

L'effetto luminoso di un segnale viene allora a dipendere essenzialmente da due fattori:

Il dispositivo ottico, cioè la lente od il riflettore che devono esser costituiti in modo da utilizzare la maggior parte possibile del flusso luminoso totale della sorgente luminosa e da distribuirlo nel modo più conveniente.

La sorgente luminosa che deve avere forma, dimensioni e ubicazione tali che la massima parte del flusso luminoso che essa emana possa venir utilizzata dal dispositivo ottico.

Dispositivi ottici.

Le due figure 1 e 2 (tav. IX) mostrano ripettivamente una lente ed un riflettore parabolico che operano entrambi la concentrazione della parte del flusso luminoso emesso dalla sorgente luminosa e contenuta nei coni ombreggiati AOB e la dirigono sotto forma di fascio di raggi paralleli verso X.

L'effetto di questa concentrazione è di aumentare il flusso *utile*, evitando in parte la diffusione della luce là dove essa non è necessaria.

In pratica però le lenti comuni ed i riflettori non possono esser costruiti in modo da non dar luogo a dispersioni ed è parimenti impossibile avere sorgenti luminose assolutamente puntiformi; per conseguenza la luce è proiettata non in raggi paralleli, ma secondo coni, i quali però hanno una divergenza assai minore di quella che si verifica colle luci libere e dipendente sia dalla costruzione della lente o del riflettore, sia dalle dimensioni della sorgente luminosa.

La legge di proporzionalità ai quadrati della distanza resta dunque sempre valida, ma la diminuita divergenza dei tubi di flusso ha per effetto di aumentare l'illuminazione.

Consideriamo infatti una lente (fig. 3, tav. IX) che raccolga il flusso luminoso emesso da una sorgente luminosa O, racchiuso entro il cono AOB di apertura 2α. Questo flusso, espresso in lumen è dato, se c è l'intensità luminosa in candele della sorgente, da

$$\Phi = 2\pi(1 - \cos\alpha)\, c$$

è cioè pari ad una percentuale $\frac{1 - \cos\alpha}{2}$ del flusso totale emesso dalla sorgente.

È evidente che coll'aumentare dell'angolo α aumenta anche la percentuale di flusso utilizzata; però si deve notare che tale angolo non può crescere oltre certi valori per due ragioni.

La prima è che, oltre un certo valore di α, il raggio rifratto AX viene a colpire la superficie curva della lente sotto l'angolo critico e quindi si ha il fenomeno della riflessione totale secondo XS (fig. 4, tav. IX). Ai nostri scopi ciò corrisponde all'estinzione del raggio luminoso.

La seconda ragione si è che, essendo la posizione della sorgente luminosa determinata a priori (fuoco della lente, o poco lungi da esso verso la lente), ad un aumento di α corrisponde o un aumento del diametro della lente o un aumento del suo spessore.

In entrambi i casi si aumenta notevolmente la perdita per assorbimento e per l'aberrazione di sfericità, per cui se si accresce da un lato la percentuale di flusso raccolto, si

diminuisce dall'altro il rendimento della lente. Nelle comuni lenti a superfici liscie la pratica ha fissato in 80° il massimo valore dell'angolo 2α, al quale corrisponde una percentuale di utilizzazione del flusso totale emesso del 12 %.

Per tale loro basso rendimento si manifestò già da molto tempo la tendenza a sostituire le lenti piano-convesse colle lenti Fresnel a gradini (fig. 5, tav. IX), le quali ammettono per l'angolo 2α valori fino a 100° con corrispondente utilizzazione del 25 % del flusso totale emesso dalla sorgente.

Abbinando due di queste lenti, come è indicato nella fig. 6 (tav. IX) si può ottenere di aumentare ancora l'angolo 2α fino ad un valore di 160°, cui corrisponde una utilizzazione di flusso del 40 %.

Come mostra la fig. 7 (tav. IX), la lente riceve la luce del cono di apertura 2α e la proietta secondo un altro cono di apertura assai minore 2β. È ovvio che, quanto più piccolo sarà quest'angolo 2β, tanto minore sarà l'area della sezione retta del cono di proiezione fatta con un determinato piano e sulla quale viene distribuita la luce proiettata dalla lente e perciò tanto maggiore sarà l'illuminazione della sezione stessa, ossia la visibilità da essa della sorgente luminosa.

Il flusso raccolto dalla lente abbiamo visto essere

$$\Phi = 2\pi(1 - \cos\alpha)\, c$$

Esso, per effetto della lente, viene concentrato in un cono di apertura 2β la cui misura in unità d'angolo solido è data da

$$2\pi(1 - \cos\beta).$$

Dunque l'intensità luminosa media del fascio proiettato dalla lente, sarà espressa in candele da:

$$C = \frac{1 - \cos\alpha}{1 - \cos\beta} \cdot c$$

Il rapporto

$$\frac{1 - \cos\alpha}{1 - \cos\beta}$$

che sta a rappresentare il rapporto fra l'illuminazione prodotta dalla sorgente luminosa libera e quella prodotta sulla stessa superficie dal fascio concentrato dalla lente, si può chiamare il « rendimento geometrico » oppure il « rapporto di concentrazione » della lente.

Le cose dette, veramente, sono applicabili solo alle lenti di piccolissima apertura, oppure diaframmate in modo da renderne piccolissima la porzione usata. Solo in tal caso infatti si può ammettere che sia uniforme la distribuzione del flusso nell'interno del cono di proiezione e quindi anche l'illuminazione su una sua sezione. Tuttavia considerato che nel caso dei segnali ferroviari il cono di luce proiettato ha una apertura massima di $8^\circ \div 10^\circ$ si potrà, in via di approssimazione e senza grande errore, tenere validi, come valori medi, quelli ricavati col procedimento indicato.

Consegue, almeno in linea di massima, dalle cose dette e sempre entro i limiti accennati precedentemente, che il fascio proiettato sarà tanto più potente e quindi la sorgente luminosa sarà tanto più visibile a distanza quanto più sarà grande α e piccolo β.

Per avere un'idea più concreta di quanto siamo venuti esponendo e per fare un raffronto fra i varî tipi di lente, riferiamoci ad alcuni casi pratici.

La lente piano-convessa del semaforo tipo *FS* ha un diametro utile di mm. 130, un raggio di curvatura di 84 mm, uno spessore di 47 mm. ed una lunghezza focale di mm. 106 contati a partire dalla faccia piana. La sorgente luminosa viene collocata a mm. 100 circa dalla faccia piana della lente e quindi l'angolo 2α risulta di circa 66°. La percentuale di flusso utilizzato in queste condizioni è

$$\frac{1 - \cos 33^{\circ}}{2} = \frac{0,16}{2} = 0,08$$

L'angolo 2β è di circa 8° e per conseguenza il rendimento geometrico della lente è dato da

$$\frac{1 - \cos 33^{\circ}}{1 - \cos 4^{\circ}} = 64$$

La sorgente luminosa, attraverso la lente, acquista dunque una visibilità 64 volte maggiore di quella che avrebbe se fosse libera.

Determinazioni fatte sperimentalmente dimostrano che, in relazione al materiale di cui è costituita la lente, tale coefficiente d'aumento si riduce da 64 a 40.

La distribuzione dell'illuminazione in una sezione assiale del fascio è rappresentata dalle linee a tratto e punto del diagramma della fig. 8 (tav. IX).

La lente del tipo Fresnel applicata ai semafori tipo austriaco delle linee del Trentino ha un diametro utile di 135 mm. ed una lunghezza focale di mm. 145. Collocando la sorgente luminosa a 140 mm. dalla faccia esterna della lente si ha un angolo 2α di 52° a cui corrisponde una percentuale di flusso utilizzato del

$$\frac{1 - \cos 26^{\circ}}{2} = \frac{0,11}{2} = 0,055$$

cioè alquanto inferiore a quella della lente tipo *FS*. Si ha ancora per 2β un valore all'incirca di 8° e quindi il rendimento geometrico della lente è dato da

$$\frac{1 - \cos 26^{\circ}}{1 - \cos 4^{\circ}} = 44$$

La sorgente luminosa acquista colla lente Fresnel una visibilità 44 volte maggiore di quella che avrebbe se fosse libera.

Determinazioni sperimentali dimostrano che, in relazione al materiale di cui è costituita la lente, tale coefficiente d'aumento si riduce da 44 a 40 e quindi per rapporto alle comuni lenti tipo *FS* la lente Fresnel del tipo suindicato si trova nelle stesse condizioni di rendimento effettivo.

La distribuzione dell'illuminazione in una sezione assiale del fascio è rappresentata dalla linea a tratto e punto del diagramma della fig. 9 (tav. IX).

Infine, nei segnali a fuochi di colore dove si ha un sistema di due lenti Fresnel, l'angolo 2α assume il valore di 160° e quindi la percentuale di flusso utilizzato è di

$$\frac{1 - \cos 80^{\circ}}{2} = \frac{0,83}{2} = 0,415$$

L'angolo 2 β è assai piccolo, in generale è attorno ai 4°, per cui il rendimento geometrico

$$\frac{1 - \cos 80^\circ}{1 - \cos 2^\circ} = 1400$$

Si comprende quindi come l'intensità assiale del fascio luminoso possa acquistare valori tali da vincere pure la luce solare, in modo da rendere visibile a distanza il segnale anche di pieno giorno, come è necessario di avere allorquando si vogliano impiegare i segnali permanentemente luminosi, detti anche « fuochi di colore ».

* * *

In luogo delle lenti anche i riflettori parabolici sono impiegati in diversi tipi di fanali. Si osserva però che il loro uso non è consigliabile per durate di funzionamento assai lunghe poichè si offuscano ed esigono una manutenzione accurata e costosa. Di più col tempo finiscono per perdere l'esatta forma geometrica ed il fascio luminoso prodotto risulta deformato e perde della sua intensità.

La percentuale di flusso utilizzata da un riflettore è data dalla seguente formola indicata dai sigg. MD. Cooper e CE. Terry

$$400\, F^2 \left[\frac{1}{4\, F^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2} - \frac{1}{4\, F^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2} \right]$$

in cui fig. 10 (tav. IX).

F è la lunghezza focale

D il diametro dell'apertura frontale

d il diametro dell'apertura posteriore.

Per fare un'applicazione pratica consideriamo il riflettore del fanale tipo *AI* rappresentato nella fig. 11 (tav. IX). In esso la fiamma viene collocata esattamente nel fuoco.

La percentuale di flusso utilizzata è

$$400 \times 24^2 \left(\frac{1}{4 \times 24^2 + \left(\frac{30}{2}\right)^2} - \frac{1}{4 \times 24^2 + \left(\frac{218}{2}\right)^2} \right) = 0{,}76$$

Il cono di luce proiettato da questo riflettore ha l'apertura di circa 10°.

Per calcolare il rendimento geometrico del riflettore occorre tener presente che il fascio che esso proietta è composto di due parti e cioè il cono *FAB* generato dalla luce diretta della fiamma e quello prodotto dalla luce riflessa rappresentato in figura con tronco *ABCD*.

Il rendimento dovuto al primo cono è evidentemente uguale ad 1; il rendimento invece dovuto al secondo cono è dato, come al solito, dal rapporto fra l'angolo solido abbracciato dal riflettore e quello di apertura del cono.

Nel caso nostro si ha, tenuto conto della sola parte realmente utile del riflettore:

$$\frac{1 - \cos \frac{180^\circ}{2}}{1 - \cos \frac{10^\circ}{2}} = \frac{0{,}753}{0{,}0043} = 300$$

La sorgente luminosa acquista quindi secondo il cono minore, ossia secondo l'asse del fascio proiettato, una visibilità 300 volte maggiore che se fosse libera e 5 volte maggiore di quella che acquista colla lente *FS*.

Anche in questo caso, per causa dell'assorbimento della superficie riflettente, i valori che si ottengono praticamente sono inferiori a quelli indicati dal calcolo.

Come accade per le lenti, anche col riflettore il fascio non ha una intensità uniforme in tutte le sue parti e la distribuzione dell'illuminazione su una superficie perpendicolare all'asse del fascio è rappresentata dal diagramma della fig. 12 (tav. IX).

Naturalmente è ancora possibile effettuare la combinazione di una lente con un riflettore come è indicato nella fig. 16 (tav. IX).

In questo caso però bisogna prestare molta attenzione prima di adottare un siffatto dispositivo per non incorrere nel pericolo delle cosidette « luci fantasma » che potrebbe verificarsi dove potenti luci d'illuminazione (lampade ad arco) o la luce solare colpiscono direttamente di fronte il segnale.

Infatti le due figure 14 e 15 (tav. IX) mostrano che un raggio di luce che colpisca il riflettore o l'insieme lente-riflettore sarà riflesso indietro in modo da simulare un'apparente illuminazione del segnale.

Tale fenomeno si può, in casi particolari, verificare anche colle lenti, quando la faccia interna di esse, per la sua particolare curvatura, venga ad essere incontrata dai raggi luminosi secondo angoli superiori all'angolo limite e si verifichi quindi la riflessione di essi in luogo della loro rifrazione.

Le indicazioni fantasma sono evidentemente assai dannose, sopratutto nei segnali a indicazioni puramente luminose quali sono i segnali a fuochi colorati e si deve porre molta cura per eliminarle. Perciò, quando si usi la lente, è necessario omettere il riflettore oppure limitarsi ad usare solamente una parte di esso. Oltre a ciò bisogna evitare che parti in vetro si trovino nelle vicinanze del fuoco, poichè queste, percosse dai raggi entranti, potrebbero diventare, per riflessione, sorgenti luminose.

Quando invece si usino riflettori, è necessario ricorrere a tipi speciali di riflettori combinati con speciali anelli d'interferenza e schermi destinati ad impedire l'ingresso nel fanale dei raggi esterni per esser poi proiettati indietro nell'occhio dell'osservatore.

Lo studio relativo è però complesso e ci porterebbe fuori dei limiti imposti al presente scritto.

Come conclusione si può dire che accurate ricerche sono state fatte per determinare le cause delle indicazioni fantasma e i migliori mezzi per impedirle, ma non è ancora oggi possibile progettare segnali assolutamente immuni da tale inconveniente.

Gli americani adottano la disposizione indicata nella fig. 16 (tav. IX) che ha un rendimento geometrico del 35% circa e che, a loro dire, rappresenta il miglior dispositivo del genere.

SORGENTE LUMINOSA.

Nei riguardi della sorgente luminosa si osserva che la sua maggior efficacia si verifica allorquando si ottiene la concentrazione della luce nel più piccolo possibile spazio (in pratica entro una sfera di 4 mm. di diametro) comprendente il fuoco della lente o del riflettore. Dalla fig. 17 (tav. IX) risulta che ogni punto luminoso non coincidente col fuoco proietta dei raggi obbliqui e che soltanto i punti nelle immediate vicinanze del fuoco sono realmente efficaci agli effetti luminosi. Lo stesso dicasi per le lenti. Per ragioni costruttive non è però possibile concentrare tutta la luce in un punto, il che del resto non sarebbe nemmeno desiderabile perchè quanto più la sorgente lumi-

nosa si approssima ad essere puntiforme, tanto più facilmente una piccola oscillazione del globo della lampada getterà il punto luminoso fuori del fuoco della lente.

Quest'ultimo inconveniente, invero, non è certo da temersi colla lampada a petrolio; che anzi essa presenta quello opposto, che cioè solo una piccola parte della fiamma cade nella regione focale e quindi riesce realmente utile.

Inoltre, se la sorgente luminosa puntiforme fosse collocata esattamente nel fuoco della lente, questa proietterebbe un fascio di raggi paralleli, mentre invece per la visibilità del segnale occorre in pratica che questo fascio sia conico, con un'apertura al vertice di 8° 10°.

Le lampade elettriche a filamento concentrato e quelle a gas acetilene, forniscono una sorgente luminosa di dimensioni sufficientemente ridotte senza esser del tutto puntiformi e riescono quindi di impiego assai più conveniente di quelle a petrolio.

Da prove fotometriche eseguite, è risultato che le intensità luminose medie di due fasci proiettati dalla stessa lente ma originati l'uno da una lampada a petrolio ordinaria, l'altro da una sorgente puntiforme di ugual intensità, stanno fra loro all'incirca come i numeri 1 a 2,5 come risulta dalle fig. 8 e 9 (tav. IX) nelle quali i diagrammi a linea continua rappresentano la distribuzione della luce in un fascio prodotto da una sorgente puntiforme rispettivamente nel caso della lente piano convessa e in quello della lente Fresnel.

Nel caso di illuminazione elettrica, le considerazioni suesposte si riconnettono a quelle che si faranno più avanti trattando del sistema di distribuzione. Con distribuzioni in serie, oppure con distribuzioni in parallelo con riduttore di tensione ai piedi del segnale, le lampadine potranno esser a bassa tensione e quindi con filamento sufficientemente concentrato. Con distribuzione in parallelo invece le lampadine saranno a tensione più elevata e perciò, per non avere filamenti troppo esili, questi risultano troppo lunghi per esser contenuti nella sfera di 4 mm.

Dal punto di vista del rendimento ottico dunque l'impiego di lampade a bassa tensione sarebbe preferibile. Vedremo poi che esso è sconsigliato da ragioni di altra indole.

Dispositivi ottici speciali.

Dall'esame delle fig. 8 e 9 risulta che mentre con lampade a petrolio l'intensità del fascio luminoso è massima sull'asse e decresce progressivamente verso il contorno, nel caso invece delle sorgenti puntiformi, la distribuzione dell'intensità d'illuminazione nell'interno del fascio segue una legge irregolare. Tale fenomeno dipende dal fatto che, per avere un fascio conico anzichè parallelo, occorre praticamente collocare la sorgente luminosa alquanto fuori del fuoco fra esso e la lente.

Esistono però lenti studiate in modo da non presentare questa differenza di comportamento. Tali sono le lenti Holophane delle quali la fig. 13, tav. IX indica il diagramma d'illuminazione al solito con linea a tratto e punti per lampade a petrolio e con linea continua per una sorgente puntiforme di uguale intensità.

Luce fissa e luce lampeggiante.

Oltre alla misura dell'illuminazione fornita da una sorgente luminosa e quindi oltre al valore dell'impressione che essa produce sull'occhio dell'osservatore, devesi infine tener conto anche della variabilità di tale impressione in ragione della sua durata, durata che a priori s'intuisce possa avere un'influenza sull'intensità dell'impressione stessa.

In seguito a numerose esperienze eseguite sul principio di questo secolo, Broca e Sulzer hanno riscontrato che, eccettuato il caso di luci debolissime, la sensazione luminosa passa dapprincipio per un massimo dopo un tempo brevissimo e raggiunge in seguito lentamente un valore costante di tanto più basso del valore massimo, quanto più la luce è intensa, come è mostrato nel diagramma della fig. 18 (tav. IX) nel quale le ascisse rappresentano i tempi e le ordinate le sensazioni luminose.

Il dott. Augusto Charpentier trovò che il limite della sensazione è raggiunto per un certo valore costante del prodotto del valore dell'illuminazione per il tempo. Per luci di media intensità il tempo necessario per la percezione integrale risultò di $\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}$ di secondo: in media $\frac{1}{10}$.

Dopo queste constatazioni sorge spontanea l'idea di impiegare per le segnalazioni anzichè una luce continua, una luce intermittente e ciò per tenere sempre impressionato l'occhio dell'osservatore al massimo di intensità.

I periodi di eclissi della sorgente luminosa debbono esser superiori ai $\frac{3}{10}$ di secondo, giacchè con eclissi di durata inferiore, in causa del fenomeno di persistenza delle immagini sulla retina, l'occhio percepirebbe un'impressione luminosa continua.

Come frequenza, il valore comunemente adottato è quello di 60 al minuto primo, cosicchè la durata di ogni eclissi risulta di $\frac{9}{10}$ di secondo. Questa caratteristica di lampeggiamento è assolutamente netta e impressiona vivamente la retina sulla quale fa l'effetto di un colpo di frusta. Ma tali frequenze possono essere anche ad es. di 75 periodi al minuto primo con $\frac{1}{10}$ di secondo di lampo e $\frac{7}{10}$ di eclisse oppure $\frac{2}{10}$ di lampo e $\frac{6}{10}$ di eclissi ecc... come possono essere ad es. di 50 periodi al minuto primo con $\frac{1}{10}, \frac{2}{10}, \frac{3}{10}$ ecc. di secondo di lampo corrispondenti rispettivamente a $\frac{11}{10}, \frac{10}{10}, \frac{9}{10}$ ecc. di eclisse.

Oltre al vantaggio di rendere il segnale più appariscente, sopratutto in caso di nebbia, rendendolo così facilmente distinguibile e perfettamente identificabile frammezzo alle altre luci, di permettere anche di differenziare i segnali fra di loro variandone le caratteristiche del lampeggiamento, la luce lampeggiante apporta una rilevantissima economia nel consumo di energia elettrica o del gas, circostanza questa di capitale importanza nel caso di illuminazione a gas acetilene.

II. – **Illuminazione elettrica.**

L'applicazione dell'illuminazione elettrica ai segnali ferroviari si presenta, ad un primo esame superficiale, come assai vantaggiosa non solo nelle località dove esiste rete di distribuzione di energia elettrica, ma anche in quelle (posti intermedi di blocco, fermate, ed anche alcune stazioni) che ne sono sprovviste.

Si può infatti in questi casi completare l'impianto col dispositivo detto d'approccio, il quale permette di tenere i segnali permanentemente spenti, illuminandoli automaticamente solo durante il passaggio dei treni, cosicchè il consumo d'energia è limitato a pochi minuti per ciascun passaggio, di modo che una batteria di accumulatori, od

una batteria di pile ad alta capacità può bastare per alcuni mesi senza bisogno di ricariche o di rifacimenti. Un dispositivo di tal genere funziona da tempo regolarmente nella stazione di Sette Bagni (1) e nel posto di blocco intermedio fra detta stazione e quella di Roma Tiburtina e sta ora per essere esteso a parecchie altre località.

Dopo un primo impianto sperimentale eseguito nel 1919 nella stazione di Padova (2) il Servizio Lavori ha successivamente eseguito negli anni 1922 e 1923 impianti di illuminazione elettrica dei segnali in diverse altre stazioni, impianti che hanno sino ad oggi funzionato regolarmente per cui fu deciso di estendere gradatamente il sistema a tutte le stazioni provviste di energia elettrica.

* * *

Un impianto di illuminazione elettrica dei segnali deve soddisfare alle seguenti condizioni:

1° massima semplicità d'impianto e robustezza: massima sicurezza di funzionamento;

2° continuità di fornitura dell'energia;

3° funzionamento tanto con corrente continua, quanto con corrente alternata;

4° impiego di due lampade per ciascun segnale;

5° impiego di portalampade provvisti di sospensione elastica e di lampade della massima resistenza agli urti ed alle oscillazioni;

6° impiego di lampade che non risentano danno dalle variazioni, anche forti, della tensione;

7° facilità di sostituzione delle lanterne elettriche col normale lume a petrolio;

8° controllo permanente dello stato di illuminazione dei segnali, compatibilmente con la condizione che tale controllo non comporti soverchia complicazione degli impianti.

* * *

In generale non si potrà ritenere che la fornitura di energia elettrica sia del tutto sicura e continua, ogni rete di distribuzione essendo soggetta ad interruzioni accidentali o periodiche.

D'altra parte è evidente che, non volendo rinunciare alla suddetta sicurezza, occorrerà aver a disposizione due sorgenti di energia che possano servire l'una di riserva all'altra. Sulle linee elettrificate tale condizione quasi sempre si verifica, avendosi in generale disponibile tanto l'energia di trazione quanto quella pubblica di illuminazione e forza motrice. Sulle altre linee invece si dovrebbero installare appropriate batterie di accumulatori di riserva, da caricarsi coll'energia stradale. Tale provvedimento è assai oneroso sia per la spesa d'impianto che per l'esercizio e la manutenzione ed inoltre porta come conseguenza la necessità di impiegare, anche pel funzionamento normale, tensioni relativamente basse: non di troppo superiori ai 50 Volta.

Ciò stante e considerato che ogni incidente che si manifesti nell'impianto è, come si vedrà, subito segnalato in cabina od al Fabbricato viaggiatori, pare si possa, nella mag-

---

(1) Vedi, sull'argomento, l'articolo del medesimo autore in questa rivista, settembre 1925, pag. 88.

(2) Vedi questa rivista, settembre 1922, pag. 77, per l'articolo dell'ing. G. C. PALMIERI dal titolo: *L'illuminazione elettrica dei segnali nelle stazioni di Padova Centrale e Padova Campo di Marte.*

gioranza dei casi, rinunciare alla detta riserva e che basti l'avere sempre sottomano e pronte le lanterne a petrolio da sostituire a quelle elettriche eventualmente guaste o non funzionanti per una qualsiasi ragione.

* * *

Nei riguardi dell'impiego della doppia lampada si osserva che le due lampade possono esser normalmente accese, oppure una accesa e l'altra di riserva. Nel secondo caso l'intensità luminosa delle lampadine dovrà essere all'incirca doppia di quella occorrente nel primo.

Tecnicamente parrebbe più conveniente il sistema di mantenere accesa una sola lampadina: infatti nel caso che questa si spenga, verrebbe accesa quella di scorta e l'intensità luminosa del segnale rimarrebbe costante o quasi, mentre, colle due lampade contemporaneamente accese, in caso di spegnimento di una di esse, l'intensità del segnale rimarrebbe dimezzata.

Inoltre l'avere una sola lampada, normalmente accesa, permette di centrarla bene rispetto al fuoco della lente e quindi di meglio utilizzarne l'intensità luminosa.

In pratica, però, si può obiettare che, mentre nel caso delle lampade contemporaneamente accese, si può essere certi che, spegnendosi una di esse, l'altra rimane accesa e così il segnale continua ad essere illuminato anche mentre si procede al ricambio della lampadina guasta, nel caso invece di una sola lampada accesa il segnale resta spento fino a che l'agente di guardia al F. V., percepita l'indicazione d'allarme data dall'apparecchio di controllo, abbia manovrato il commutatore ed inserita così in circuito la lampada di riserva. Se l'agente trovasi momentaneamente, per esigenze del suo servizio od altro, assente dal suo posto, questo tempo può esser anche abbastanza lungo.

Inoltre può accadere che allo spegnimento della lampadina normalmente in servizio non corrisponda l'accensione di quella di riserva la quale può essere, anche da tempo, guasta senza che alcuno se ne sia accorto, appunto perchè essa rimane normalmente spenta.

Occorrerebbe dunque, per avere una certa garanzia, scambiare fra di loro, almeno ogni giorno, le lampadine in funzione, cosa che richiede l'impiego di speciali apparecchi o la prescrizione di norme, il che costituisce una complicazione e annulla il vantaggio, che si accredita al sistema della lampadina unica, della centratura del filamento rispetto al fuoco della lente.

Altra considerazione è suggerita dal fatto che, a parità di tipo e di voltaggio, le lampadine a piccola intensità (ad es. 5 candele) avrebbero generalmente il filamento meno resistente meccanicamente e quindi minor durata di quelle a maggiore intensità (ad es. 10 candele). Basta però riflettere che, in un impianto di illuminazione di segnali, il costo del ricambio delle lampadine grava in media sul bilancio annuo delle spese d'esercizio in misura del 5 % circa per rilevare la trascurabile importanza del fatto di avere una maggior spesa per ricambi di lampadine di forse l'1 ÷ 2 % di fronte alla maggior garanzia che si ottiene col sistema delle due lampade contemporaneamente accese.

Da questo esame si rileva dunque come l'impiego di due lampadine da 5 candele normalmente accese sia da preferirsi a quello di due lampade da 10 candele, una accesa e l'altra di scorta. Soluzione ancora migliore e che presenta i vantaggi dei due sistemi sopra prospettati, è quella dell'impiego di lampadine a 2 filamenti in parallelo oppure indipendenti come è pratica ormai corrente in moltissime Reti ferroviarie di Europa e d'America.

In tal caso però per avere filamenti non troppo delicati occorrerà usare lampade a tensione piuttosto elevata e per conseguenza a prescegliere il sistema di distribuzione in parallelo.

* * *

La lanterna contenente le lampade dovrà soddisfare ad alcuni requisiti, dei quali i principali sono: la solidità tanto della lanterna propriamente detta quanto degli attacchi elettrici; la facilità di rimuoverla in casi di guasti per far luogo alla sua sostituzione con lanterne a petrolio; l'adattabilità a tutti i tipi di semaforo, motivo per cui essa deve aver forma simile alle lanterne a petrolio per poter esser contenuta nella consueta apposita custodia onde venir impiegata anche nel caso non raro di semafori ad ali contrapposte; l'accessibilità all'interno dalla parte superiore onde poter ricambiare le lampadine guaste senza bisogno di rimuovere la lanterna ad infine dovrà esser costituita in modo che il filamento della lampada elettrica cada nella voluta posizione rispetto alla lente.

* * *

I controlli fin qui usati sulla nostra Rete sono di due tipi.

Il primo si basa sul principio di paragonare la resistenza del circuito di ciascuna lampada o di un gruppo di lampade a quella di una resistenza campione, costituita da una lampada, la quale serve in pari tempo a dare l'indicazione ottica che la sorgente di energia è in efficienza. In caso di spegnimento di una o più lampade, l'apparecchio, che funziona come una specie di bilancia, dà l'indicazione d'allarme e può, quando sia richiesto, inserire automaticamente la lampada o le lampade di riserva, nel caso di adozione del sistema con una sola lampada normalmente accesa.

Questo apparecchio, per la sua costruzione, presenta la caratteristica di essere insensibile alle variazioni di tensione sulla linea d'alimentazione, ciò che costituisce un vantaggio.

La bilancia deve avere un certo piccolo grado di insensibilità per tener conto delle variazioni di resistenza cui le lampade vanno soggette in ragione del progredire del periodo di loro funzionamento. Tale grado d'insensibilità deve essere più accentuato nel caso di impiego di lampadine a filamento di carbone, che taluni ritengono preferibile a quello metallico, a causa della sua maggior resistenza meccanica.

Il secondo tipo si basa invece sul principio di denunciare le variazioni della corrente che circola nel circuito per mezzo della variazione della forza d'attrazione d'un relais o solenoide.

Nel caso che siano richieste le due sole indicazioni di « lampade accese » e di « lampade spente », tale controllo si riduce ad un relais che viene eccitato a lampade accese e si diseccita allorquando uno o più lampade si spengono.

Questo apparecchio, a differenza del precedente, risente le variazioni di tensione alle quali la linea di alimentazione può andar soggetta.

Entrambi gli apparecchi possono dare a volontà segnalazioni ottiche, acustiche od entrambe e possono poi, più o meno, denunciare, oltre allo spegnimento delle lampade, anche i corti circuiti, le derivazioni a terra e, quello del secondo tipo, anche le sovratensioni e gli abbassamenti di tensione. Possono anche, quando controllano un gruppo di lampade, individuare quella guasta.

Entrambi questi apparecchi escludono l'impiego dei riduttori di tensione ai piedi del semaforo, a meno che non si vogliano tendere fili appositi pel controllo.

In ogni caso poi è necessario l'impiego di almeno una lampadina di spia generale per avere l'indicazione ottica delle eventuali interruzioni di corrente, indicazione che, a meno di introdurre sorgenti indipendenti di energia, nessuno degli apparecchi sopracitati, sonerie e clakson compresi, dà. Al contrario anzi detti apparecchi mantengono anche in tale caso l'indicazione che tutto è normale.

Incidentalmente si osserva infine che i clakson funzionano soltanto colla corrente alternata.

* * *

Le lampade possono venire inserite sul circuito d'alimentazione in serie o in derivazione.

La scelta del sistema d'alimentazione più appropriato, dovrà, per le stazioni grandi e grandissime formare volta per volta oggetto di apposito esame.

Per le stazioni medie e piccole invece, che rappresentano, del resto, la grande maggioranza dei casi, il problema può essere esaminato in linea di massima ed un confronto fra i due sistemi di alimentazione può essere istituito nel modo seguente.

Sia una stazione munita da entrambi i lati di segnali di protezione di 1ª categoria e d'avviso, distanti rispettivamente dal F. V. 500 metri e 1500 metri e illuminati ciascuno con due lampadine da 5 candele contemporaneamente accese.

Una siffatta stazione comporta per ogni lato due serie o due paralleli, comprendenti ciascuno una lampada di ognuno dei segnali da quel lato. In totale adunque si hanno, per tutta la Stazione, quattro serie o quattro paralleli. La linea d'alimentazione sia in filo di ferro del diametro di mm. 4. e della resistenza di circa 10 ohm. per chilometro.

Indichiamo con C il candelaggio di ciascuna lampadina, con K il consumo specifico (watt per candela) con V la tensione d'alimentazione di ciascuna di esse.

L'intensità di corrente che attraversa ogni lampadina è allora data da

$$\frac{K\,C}{V}$$

Colla distribuzione in serie $\frac{K\,C}{V}$ è anche l'intensità di corrente che percorre ciascuna serie; e quindi se R è la resistenza della linea, la caduta di tensione sarà

$$R\,\frac{K\,C}{V}$$

La tensione d'alimentazione della serie dovrà dunque essere

$$V_1 = 2\,V + R\,\frac{K\,C}{V} = \frac{2\,V^2 + R\,K\,C}{V} \qquad [1]$$

La perdita di energia nella linea sarà per ogni serie

$$w_s = \frac{K^2\,C^2}{V^2}\,R$$

e quella totale

$$W_s = \frac{4\,K^2\,C^2}{V^2}\,R$$

o, per la [1]

$$W_s = \frac{32\, K^2\, C^2\, R}{V_1^2 - 4\, K\, R\, C + V_1 \sqrt{V_1^2 - 8\, K\, C\, R}}$$

e il rendimento

$$\eta_s = \frac{1}{1 + \frac{4\, K\, C\, R}{V_1^2 - 4\, K\, C\, R + V_1 \sqrt{V_1^2 - 8\, K\, C\, R}}}$$

La tensione d'alimentazione V_1 dovrà in pratica essere compresa entro certi limiti Infatti il limite superiore manifestamente è dato, come già si disse, dalla necessità di non avere batterie di accumulatori composte di un numero troppo grande di elementi quando si impiega la batteria di riserva, oppure dalla tensione normale della rete di distribuzione.

Che vi sia poi un limite inferiore al di sotto del quale non si può scendere è pure evidente.

Tale limite si trova eguagliando a zero la derivata prima della [1]; si ha

$$2\, V^2 - R\, K\, C = 0 \qquad [2]$$

da cui

$$V = \pm \sqrt{\frac{R\, K\, C}{2}}$$

Questo valore, sostituito nella derivata 2ª dà un valore negativo e quindi rappresenta realmente un minimo. Avremo dunque.

$$V_1 \min = \sqrt{8\, R\, K\, C} \qquad [3]$$

Nel caso scelto ad esempio, in cui $R = 30$; $C = 5$; $K = 1.5$ risulta

$$V_1 \min = 42{,}5 \text{ volta}$$

Tale v l re rappresenta il limite al quale l'impianto comincia appena a funzionare e quindi c verrà in pratica mantenersi alquanto al di sopra di esso per non porci nelle condizioni peggiori.

Fisseremo come tensione minima praticamente accettabile quella di 50 volta.

Se invece si avesse la linea in filo di rame di mm. 3 di diametro, al quale corrisponde una resistenza chilometrica di 2,3 ohm sarebbe $R = 6.9$ onde

$$V_1 \min = 20 \text{ volta.}$$

Anche in questo caso converrà tenere in pratica un valore alquanto superiore, ad es. 30 volta.

Consideriamo ora una distribuzione in parallelo e supponiamo di alimentarla colla stessa tensione

$$V_1 = \frac{2\, V^2 + R\, K\, C}{V}$$

di una corrispondente distribuzione in serie.

Se chiamiamo allora con r la resistenza del tratto di linea fra la stazione ed il segnale di 1ª categoria e con R la resistenza della linea dalla stazione al segnale d'avviso, la tensione alle lampadine di quest'ultimo segnale sarà:

$$V^1 = V_1 - \frac{K\,C}{V^1}(R + r) \qquad [4]$$

essendo

$$\frac{K\,C}{V^1}$$

l'intensità della corrente d'alimentazione di detta lampadina e, per analogia, anche di quella del segnale di 1ª categoria.

Risolvendo la [4] per rispetto a V^1 si ha:

$$V^1 = \frac{V_1 \pm \sqrt{V_1^2 - 4\,K\,C\,(R + r)}}{2}$$

Perchè V^1 risulti reale, occorre che $V_1^2 > 4\ KC\ (R + r)$ e quindi

$$V_1 > \sqrt{V\ 4\ KC\ (R + r)}$$

Tale condizione è soddisfatta, dovendosi avere, per la condizione di minimo [3] già trovata

$$V_1 = \sqrt{8\ K\ B\ R}$$

e tenuto presente che r è minore di R.

Considerando solo il segno +, perchè è quello che ci dà il maggior valore di V^1 e quindi ci pone in migliori condizioni d'esercizio, avremo

$$V^1 = \frac{V_1 + \sqrt{V_1^2 - 4\,K\,C\,(R + r)}}{2} \qquad [5]$$

Perchè si possa alimentare colla stessa tensione V^1 anche la lampadina del segnale di 1ª categoria occorrerà introdurre in serie con detta lampadina una resistenza uguale a quella della linea fra il segnale di 1ª categoria e quello d'avviso cioè $R - r$.

La perdita d'energia sarà adunque per ogni parallelo

$$w_p = \frac{(K\,C)^2}{{V^1}^2}(R + r + R - r) = \frac{2\,K^2\,C^2\,R}{{V^1}^2}$$

e quella totale.

$$W_p = \frac{8\,K^2\,C^2\,R}{{V^1}^2} \qquad [6]$$

ed il rendimento

$$\eta_p = \frac{1}{1 + \dfrac{K\,C\,R}{{V^1}^2}}$$

Per fare un rapporto fra η_p ed η_s come è scopo di questo studio, occorre ora esprimere anche η_p in funzione di V_1 anzichè di V^1. Sostituiamo perciò nella [6] a V^1 il valore dato dalla [5], Avremo

$$W_p = \frac{32\ K^2\ C^2\ R}{V^2_1 + V_1^2 - 4\ K\,C\,(R + r) + 2\ V_1 \sqrt{V_1^2 - 4\ K\,C\,(R + r)}}$$

ossia

$$W_p = \frac{16\ K^2\ C^2\ R}{V_1^2 - 2\ K\,C\,(R + r) + V_1 \sqrt{V_1^2 - 4\ K\,C\,(R + r)}}$$

e quindi

$$\eta_p = \frac{1}{1 + \dfrac{2\ K\ C\ R}{V_1^2 - 2\ K\ C\ (R + r) + V_1 \sqrt{V_1^2 - 4\ K\ C\ (R + r)}}}$$

Chiamando allora con η il rapporto fra η_p ed η_s si avrà

$$\eta = \frac{\eta_p}{\eta_s} \frac{1 + \dfrac{4\ K\ C\ R}{V_1 - 4\ K\,C\,R + V_1 \sqrt{V_1 - 8\ K\,C\,R}}}{1 + \dfrac{2\ K\,C\,R}{V_1 - 2\ K\ C\ (R + r)\ V_1 \sqrt{V_1 - 4\ K\ C\ (R + r)}}}$$

In questa espressione di η si osserva che, essendo r sempre minore di R, si avrà sempre

$$2\ K\,C\ (R + r) < 4\ K\ C\ R$$
$$4\ K\,C\ (R + r) < 8\ K\ C\ R$$

per cui la frazione al numeratore ha sempre un valore almeno doppio di quella al denominatore e quindi η è sempre maggiore dell'unità.

Nella tabella allegata al presente studio (tav. X) sono riportati, per varî casi, i valori del consumo di energia, della parte di essa perduta in linea e dei rendimenti η_p η_s ed η corrispondentemente a diversi valori della tensione d'alimentazione.

Una analoga rappresentazione è data dal diagramma (fig. 20 tav. X) riportato di seguito alla detta tabella e nel quale le ascisse indicano le tensioni di alimentazione e le ordinate rappresentano pel diagramma inferiore i rendimenti e, per quello superiore, i *Kw*-ora totali e quelli utili impiegati.

Le curve a tratto grosso si riferiscono al caso di linea in ferro di mm. 4 di diametro; quelle a tratto fino, invece, al caso di linea in rame di mm. 3 di diametro.

Da quanto si è detto, nonchè dall'esame della tabella e del diagramma (fig. 20 tav. X), si può adunque dedurre:

1° che, come rendimento, la distribuzione in parallelo è più conveniente di quella in serie;

2° che il vantaggio della distribuzione in parallelo su quella in serie va diminuendo col crescere della tensione d'alimentazione.

11

Teoricamente, per una tensione infinitamente grande $\eta = 1$, cioè i due sistemi si equivalgono. Per la tensione di 100 volta i rendimenti dei due sistemi stanno fra di loro, in media, come i numeri 0.982 e 0.961, e cioè il coefficiente di superiorità della distribuzione in parallelo rispetto a quella in serie è indicato dal numero 1.02, ossia tale superiorità è del 2 %. Colla linea in rame, tale coefficiente scende al valore 1.004 ossia la superiorità è del 4 ‰.

Qualora poi si volesse tener conto anche dell'apparecchio di controllo, che può essere il medesimo tanto per il caso della serie quanto per quello del parallelo, e del relativo consumo di energia, il vantaggio percentuale del parallelo rispetto alla serie diminuirebbe ulteriormente.

* * *

Un altro termine di confronto fra i due sistemi di distribuzione è offerto dalla considerazione delle conseguenze che nell'un caso o nell'altro sono prodotte dallo spegnimento di una o più lampade. Con la distribuzione in serie la rottura del filamento di una lampadina provoca lo spegnimento dell'altra o delle altre lampadine della serie ed i segnali relativi rimangono a mezza luce.

Se si rompono i filamenti di entrambe le lampade di un segnale, l'altro o gli altri segnali illuminati dalla stessa serie pure si spengono e quindi almeno metà dei segnali della Stazione può rimanere al buio. Analogo fatto accade se si rompono i filamenti di due lampade di due segnali differenti se esse non appartengono alla medesima serie.

Tali inconvenienti si producono con minore estensione e con minore gravità nella distribuzione in derivazione, come è rappresentato nei due diagramma (fig. 21 e 22 tav. X). Nel primo di essi (fig. 21 tav. X) sono rappresentati tutti i casi di illuminazione completa, di semioscurità e di oscurità totale che si verificano allo spegnersi, nella stazione, di una o più lampadine per ciascun segnale, tanto nel caso della distribuzione in serie quanto di quella in parallelo.

Nel secondo diagramma, invece (fig. 22 tav. X), in corrispondenza ad ogni ascissa rappresentante il numero di lampadine a filamento interrotto, che esistono contemporaneamente in tutta la stazione, le curve 1 e 2 dànno rispettivamente, e per ciascun segnale, il grado percentuale di probabilità che in seguito a tale spegnimento il segnale stesso risulti oscurato parzialmente o totalmente.

La curva 3, riassuntiva di quelle 1 e 2, rappresenta quindi la somma delle probabilità, per ciascun segnale, di luce menomata.

In altri termini e grosso modo, in ciascuno dei detti diagrammi l'area *O A B D* rappresenta la probabilità di oscuramento parziale di ciascun segnale, quella *O B C D* rappresenta le probabilità di oscuramento totale ed infine quella *A E F* le probabilità di luce completa, in dipendenza dello spegnimento delle lampade da zero fino ad 8.

È doveroso aggiungere che il diagramma completo rappresenta uno studio puramente teorico. In pratica con una manutenzione appena un po' accurata e con un poco di previdenza si può rendere abbastanza raro lo spegnimento anche di una sola lampadina e rarissimo poi quello di due contemporaneamente o quasi. Si dovrà quindi considerare nel diagramma la sola parte segnata a linea grossa. Anche con questa limitazione però risulta che nei riguardi del pericolo di spegnimento o di luce menomata dei segnali la distribuzione in parallelo si presenta più vantaggiosa di quella in serie.

* * *

In tutto quanto si è detto finora, si è sempre tacitamente ammesso che l'illuminazione fosse a luce fissa. Ma le cose dette si possono integralmente applicare sia alla illuminazione elettrica con dispositivo d'approccio, sia a quella a luce lampeggiante.

Della prima è data un'ampia referenza nel n. 3 del settembre 1925 della *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*, della seconda nel n. 1 del gennaio 1925 dello stesso periodico e quindi si ritiene inutile il ripetere ora le cose già dette.

La prima, come è noto, è consigliabile nelle stazioni sprovviste di energia elettrica; la seconda torna utile sopratutto allorquando interessi differenziare un segnale da altri o da luci circostanti che possano generare confusione.

* * *

In conclusione, dopo le cose dette, sembra si possa affermare che negli impieghi considerati e entro i limiti di tensione indicati, il sistema di distribuzione in parallelo presenti una certa superiorità rispetto all'analogo sistema in serie.

Infatti, se la distribuzione in serie offre il vantaggio di qualche maggior semplicità d'impianto, la distribuzione in parallelo invece è più economica nei riguardi del consumo d'energia e più sicura rispetto alle probabilità di spegnimento dei segnali.

III. - Illuminazione ad acetilene.

Il gas acetilene per le sue proprietà speciali:

spettro luminoso assai simile a quello solare,

penetrazione luminosa della sua fiamma,

apparve da tempo come assai indicato per l'illuminazione dei segnali.

L'opportunità del suo impiego apparve aumentare dopo che il Claude trovò il modo di sciogliere l'acetilene nell'acetone e di comprimerlo in bombole, aggiungendo così all'acetilene nuovi pregi e cioè:

la possibilità di immagazzinare grandi volumi di gas in piccole capacità,

l'inesplodibilità,

l'assenza di condensazioni dovute ai cangiamenti di temperatura,

la combustibilità perfetta senza formazione di fuliggine.

L'acetilene è immagazzinato allo stato di soluzione e sotto pressione in recipienti di acciaio interamente riempiti di una massa porosa ceramica avente lo scopo di prevenire ogni pericolo di esplosione. I pori di questa massa sono riempiti da acetone il quale ha la proprietà di assorbire e disciogliere fino a 25 volte il proprio volume di acetilene alla pressione atmosferica. Aumentando la pressione aumenta nella stessa proporzione il volume di acetilene disciolto.

L'acetone occupa all'incirca il 40 % del volume del recipiente, sicchè alla pressione, ad esempio di 10 atmosfere, questo contiene circa 100 volte il proprio volume di acetilene.

Tuttavia la diffusione dell'acetilene disciolto fu sempre ostacolata dal costo relativamente elevato, finchè non si abbinò l'impiego dell'acetilene a quello della luce lampeggiante.

Infatti, data la caratteristica dell'acetilene di avere una grandissima rapidità di accensione, ciò che dà una grande nettezza al lampo, è possibile di attenersi, per la durata di esso al limite minimo di $\frac{1}{10}$ di secondo. In tali condizioni con un beccuccio del consumo — a luce continua — di 5 litri orarî, il consumo giornaliero di gas con una caratteristica di $\frac{1}{10}$ di secondo di lampo e $\frac{9}{10}$ di eclissi (60 lampi al minuto primo) è di $\frac{1}{10} \times 24 \times 5 = 12$ litri, a cui si deve aggiungere il consumo di 10 litri della *veilleuse*, permanentemente accesa.

Fig. 24.

In totale occorrono adunque 22 litri di gas al giorno in luogo dei 120 che occorrerebbero coll'accensione permanente o dei 50 corrispondenti al periodo medio di accensione di 10 ore: qualora si ritenesse più conveniente di ricorrere all'accensione intermittente.

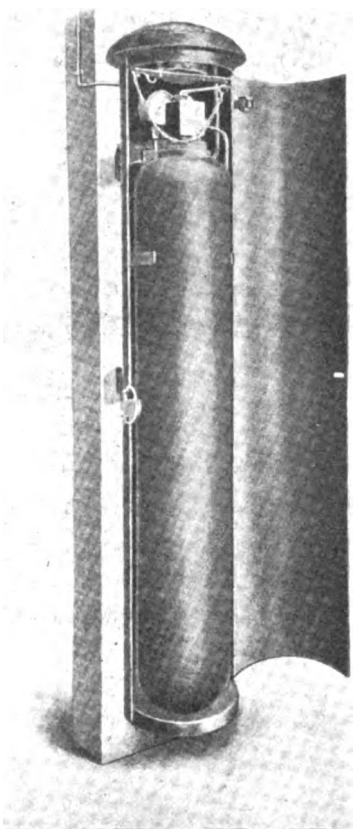
Ordinariamente la luce lampeggiante funziona continuamente giorno e notte non tanto pel bisogno di averla sempre pronta in casi di nebbie e di oscurità intempestiva, quanto per ragioni economiche, giacchè il risparmio che si otterrebbe nel consumo di gas collo spegnimento nelle ore diurne è troppo debole perchè vi sia convenienza a procedere allo spegnimento.

* * *

Partendo dagli esperimenti fatti dal Dr. Charpentier e dei quali già si è fatto cenno, il Dr. Gustavo Dalen di Stoccolma ha studiato il suo apparecchio lampeggiatore a gas acetilene col quale la successione e la durata dei periodi di lampo e di eclissi si possono far variare entro limiti abbastanza grandi.

Il lampeggiatore a gas acetilene fece la sua prima apparizione il 13 maggio 1908 sulla ferrovia da Stockolm a Bergslagen e da quel giorno la sua diffusione si è sempre più allargata, malgrado il periodo di stasi causato dalla guerra, non solo in Svezia, dove oggi oltre 4000 segnali sono illuminati con questo sistema, ma anche in altri paesi di Europa e persino negli Stati Uniti d'America, dove sono in funzione circa 2000 lampeggiatori ad acetilene.

Un impianto d'illuminazione a luce lampeggiante comporta i seguenti elementi:

1º il recipiente contenente l'acetilene disciolto, con riduttore di pressione e manometro, collocato in una custodia di lamiera che, in generale, viene addossata all'albero semaforico (fig. 24).

2° La tubazione a bassa pressione che parte dal riduttore di pressione ed arriva alla lanterna correndo lungo l'albero semaforico.

3° La lanterna (fig. 25) munita del lampeggiatore e del dispositivo ottico.

Tutti questi apparecchi, salvo il lampeggiatore, non presentano nulla di speciale.

Il recipiente può esser calcolato per immagazzinare una quantità d'acetilene sufficiente ad assicurare, senza bisogno di ricambî, il funzionamento del fanale per alcuni mesi.

Il tipo più comune, del peso di 30 Kg., contiene, alla pressione di 10 Kg. cm^2. 1500 litri di gas utilizzabile. Con un beccuccio da 5 litri e lampeggiatore avente le caratteristiche già citate, tale recipiente durerà in servizio 68 giorni consecutivi.

Il gas viene, a mezzo del riduttore di pressione, portato alla pressione di mm. 500 di acqua e quindi attraverso alla condottura, passa alla lanterna.

Il lampeggiatore (fig. 26) consta essenzialmente di una valvola, azionata dal gas stesso, la quale si apre o si chiude permettendo o interrompendo l'accesso del gas al beccuccio.

Contro al beccuccio si trova la veilleuse permanentemente accesa in bleu e che provoca l'accensione del beccuccio principale ogni volta che il gas vi arriva.

Il beccuccio fa parte di un sistema ottico composto di un riflettore e di una lente di Fresnel, sistema che permette di ottenere un fascio luminoso assai brillante, la cui intensità lungo l'asse è di oltre 200 candele, ben superiore quindi a quella dei consueti fanali a petrolio, il cui fascio luminoso non raggiunge, anche nelle migliori

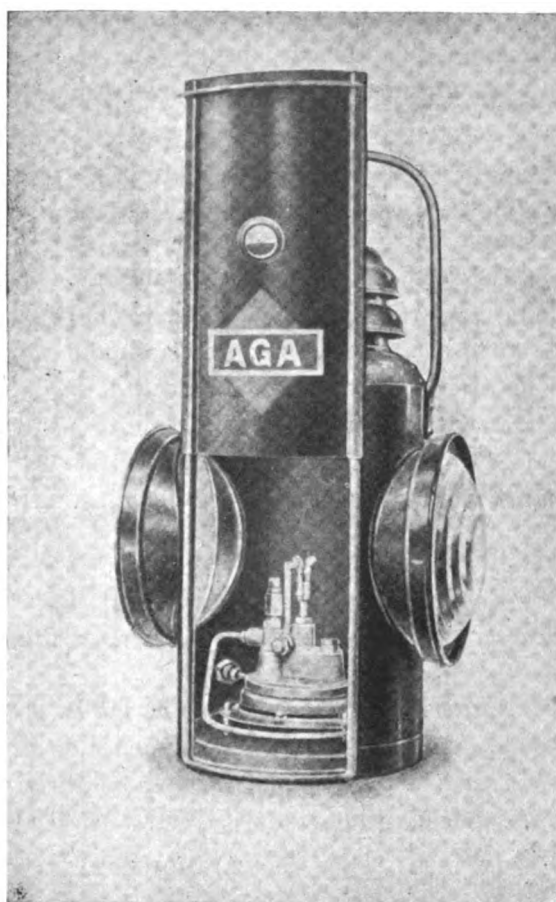



Fig. 25.

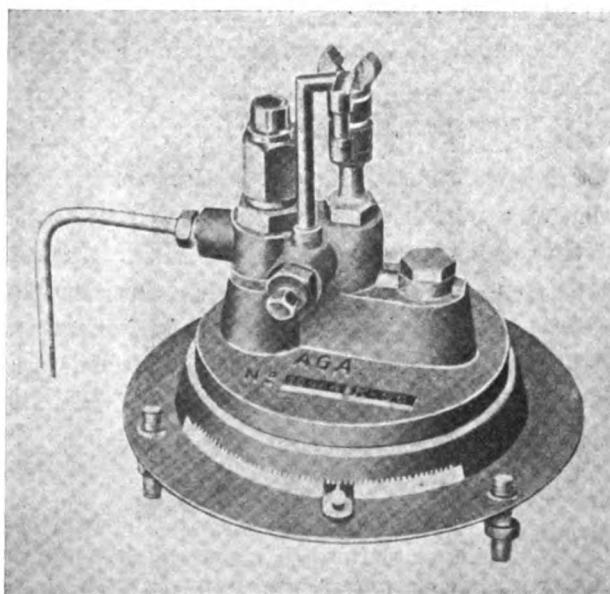



Fig. 26.

condizioni di pulizia e regolaggio, neppure le 40 candele sull'asse, ed è pari a quello di una lampadina elettrica di 10 candele.

Le chiusure delle lanterne sono studiate in modo che, pur non mancando l'aria necessaria per la combustione, è impossibile che si formino nel suo interno vortici o correnti d'aria o che si introducano oggetti che possano produrre lo spegnimento della veilleuse, spegnimento reso d'altronde difficile dal fatto che il gas perviene alla veilleuse ed al beccuccio sotto una certa pressione.

Del resto l'esperienza già sufficientemente ampia acquisita nel campo dell'illuminazione dei fari marittimi, dei quali un gran numero è provvisto dell'apparecchio sopra descritto o di altri simili, può tranquillizzare completamente nei riguardi dei timori che si potessero nutrire circa i pericoli di spegnimento intempestivo del fanale, sicchè si può sicuramente affermare che con questo sistema di illuminazione non sono affatto necessarî gli apparecchi di controllo, il cui uso fu invece riscontrato indispensabile per gli impianti di illuminazione a luce elettrica.

IV. – Modalità costruttive e costi d'impianto e d'esercizio dei vari sistemi di illuminazione dei segnali.

Assumeremo come tipo, come già in precedenti capitoli, una stazione di grandezza media, munita di doppio segnalamento di protezione e passeremo man mano in rassegna i varî casi, determinando, per ognuno di essi, le modalità d'impianto e i costi d'impianto e d'esercizio.

A) Modalità e costo d'impianto.

Illuminazione elettrica. — *a*) Se la stazione è provvista di energia elettrica, a tensione direttamente utilizzabile (100 — 150 volta) la linea d'alimentazione dei varî segnali potrà esser costruita in filo di ferro da mm. 4 di diametro, data la limitata intensità di corrente da convogliare.

Il costo di un tale impianto quando si voglia adottare la batteria di riserva composta di accumulatori da 50 amper-ora, caricati sul posto a mezzo di un raddrizzatore Tungar, risulta dalla seguente distinta:

Filo di ferro zincato da mm. 4 Kg. 900 a L. 3,25	L.	2.925
Isolatori e porta-isolatori n. 225 a L. 6	»	1.350
Cavo e filo coperto a corpo	»	500
Attrezzatura elettrica semafori e lanterne speciali n. 4 a L. 400	»	1.600
Batteria accumulatori e raddrizzatori Tungar	»	4.500
Quadro con apparecchi di controllo, interruttori, valvole, ecc.	»	400
Mano d'opera (tesatura fili, montaggio, ecc.)	»	3.500
Materiali accessorî	»	225
Totale	L.	15.000

b) Qualora si rinunci, come già si riconobbe conveniente, alla garanzia costituita dall'impiego della batteria di accumulatori di riserva, il costo dell'impianto si ridurrebbe a L. 10.500.

c) Se la stazione non è provvista di energia elettrica, si adotterà il sistema d'approccio, alimentando i circuiti di illuminazione con accumulatori da caricarsi alla prossima officina di carica e quelli di rotaia isolata con pile ad alta capacità, per esempio con pile primarie da 500 ampère-ora. In questo caso, però converrà, per non dovere impiegare un numero troppo forte di elementi d'accumulatori con conseguente esagerato aumento della difficoltà e della spesa per il loro trasporto all'officina di carica, tenere una tensione di alimentazione non superiore ai 40-50 volta. L'intensità di corrente da convogliare acquista allora un valore assai maggiore che nel caso precedente e quindi converrà che la linea d'alimentazione dei segnali sia in rame anzichè in ferro.

La spesa d'impianto risulta la seguente:

Filo di rame crudo del diametro di mm. 3 Kg. 550 a L. 12	L.	6.600
Isolatori e porta-isolatori come sopra	»	1.325
Attrezzatura semafori e lanterne speciali come sopra	»	1.600
Materiali pel circuito di binario:		
Filo di rame stagnato da mm. 4 per connessioni rotaie Kg. 70 a L. 12	»	840
Spine, ecc., per dette	»	500
Giunzioni isolanti n. 4 a L. 125	»	500
Relais speciali n. 2 a L. 500	»	1.000
Pile n. 8 a L. 100	»	800
Filo coperto e cavo	»	500
Batteria di 20 elementi d'accumulatori	»	1.200
Quadro con apparecchi controllo, interruttori, valvole, ecc.	»	400
Mano d'opera	»	4.000
Materiali minuti ed accessorî	»	235
Totale	L.	19.500

d) Se invece si tratta di posti di blocco intermedî o di stazioni in condizioni particolarmente scomode di accessibilità, si impiegheranno, anche per l'illuminazione dei segnali, pile ad alta capacità in luogo di accumulatori.

Il costo dell'impianto diventa allora di L. 21.000.

Illuminazione a gas acetilene disciolto. — Secondo i dati formulati dalle Ditte fornitrici, il costo di un impianto d'illuminazione a gas acetilene disciolto è:

Lanterne speciali con lampeggiatore N. 4 a L. 1700	L.	6.800
Attrezzatura dei semafori, riduttore di pressione, ecc., N. 4 a L. 500	»	2.000
Bombole da 1500 litri, N. 4 a L. 400	»	1.600
Mano d'opera per montaggio	»	600
Materiali minuti ed accessori	»	200
Totale	L.	11.200

Illuminazione a petrolio. — *a*) Nel caso in cui tutti i segnali siano visibili, o dal posto che li manovra o da apposito agente incaricato della loro sorveglianza, il costo d'impianto si riduce a quello delle sole lanterne e cioè:

Lanterne e lampade, N. 4 a L. 50 . . . . L. 200

b) Qualora invece alcuni dei segnali — per solito quelli di avviso a distanza — non siano visibili e quindi occorra munirli di fotoscopio, il costo dell'impianto diventa:

Lanterne e lampade c. s.	L.	200
Filo di ferro zincato da mm. 4 Kg. 600 a L. 3.25	»	1.950
Isolatori e porta isolatori N. 150 a L. 6	»	900
Fotoscopi N. 2 a L. 250	»	500
Cavo, pile, sonerie, ecc. a corpo	»	500
Mano d'opera (tesatura fili, montaggio)	»	1.300
Materiali accessori	»	150
Totale . . .	L.	5.500

B) Spese d'esercizio annue.

Illuminazione elettrica. — *a*) Sistema con alimentazione stradale e batteria di accumulatori di riserva:

Per ammortamento in 20 anni al 6 % delle spese d'impianto eccetto quelle per la batteria d'accumulatori a Tungar 10.500 × 0,0872 =	L.	915,60
Per interessi al 6 % del costo della batteria d'accumulatori e Tungar	»	270,00
Per manutenzione batteria accumulatori	»	750,00
Per ricambio lampadine N. 40 a L. 4	»	160,00
Per ricambio ampolle Tungar N. 2	»	150,00
Per consumo d'energia elettrica, supponendo di tenere accese per 10 ore giornaliere tutte le lampadine da 5 candele 7 watt ciascuna $\text{Kwh}\ \frac{56 \times 3650}{1000} = \text{Kwh}\ 204$ a L. 0.60	»	122,40
Per spese di mano d'opera per sorveglianza e manutenzione	»	232,00
Totale . . .	L.	2.600,00

e cioè per segnale L. 650.

b) Qualora si rinunci all'impiego della batteria di accumulatori, le spese d'esercizio si riducono alle seguenti:

Per ammortamento in 20 anni come sopra	L.	915,60
Per ricambio lampadine N. 40 a L. 4	»	160,00
Per consumo d'energia elettrica calcolata per 10 ore giornaliere medie d'accensione Kwh 204 a L. 0,60	»	122,40
Per spese di mano d'opera per sorveglianza e manutenzione	»	202,00
Totale . . .	L.	1.400,00

e cioè per segnale L. 350.

c) Sistema d'approccio con accumulatori:

Per ammortamento in 20 anni al 6 % di tutte le spese d'impianto, esclusa la batteria d'accumulatori, 18.300 × 0.0872 =	L.	1.595,80
Per interessi al 6 % della batteria accumulatori	»	72,00
Per manutenzione batteria accumulatori	»	250,00
Da riportare . . .	L.	1.917,80

Riporto . . . L. 1.917,80

Per ricarica accumulatori.

I 20 elementi della capacità di 50 Ampère ora hanno la durata di 50 giorni, ammesso un consumo giornaliero di corrente per illuminazione di 1 ampère-ora. Si avrà dunque un numero annuo di elementi di ricaricare $20 \times \frac{365}{50} = 146$ a L. 1,00 . . . . » 146,00

Per consumo pile per alimentazione dei circuiti di rotaia isolata. Assumendo un consumo giornaliero per entrambi i circuiti di 20 ampère-ora, si ha un numero annuo di elementi di pila da rifornire di $\frac{7.300}{500} = 15$ elementi, cui corrisponde una spesa di 15 × L. 45 . . . . » 675,00

Per ricambio lampadine N. 12 a L. 4 . . . . » 48,00

Per spese di mano d'opera per sorveglianza, manutenzione e per ricarica pile e trasporto accumulatori . . . . » 813,20

Totale . . . L. 3.600,00

e cioè per segnale L. 900.

d) Sistema di approccio con pile:

Per ammortamento in 20 anni al 6 % di tutte le spese, escluse le pile, 18.300 × 0.0872 . . . . L. 1.595,80

Per consumo di pile per l'illuminazione segnali. Assumendo un consumo giornaliero di 1 ampère-ora alla tensione di 40 Volt, si ha che una batteria di $\frac{40}{1,6} = 25$ elementi di 500 ampère-ora durerà 500 giorni. In un anno si dovranno quindi ricaricare $\frac{25 \times 365}{500} = 20$ elementi di pila Valutando in L. 45 il costo di tali ricambi la spesa è di 20 × 45 = . . » 900,00

Per consumo pile circuito binario, come al caso precedente . . . » 675,00

Per ricambio lampadine . . . . » 48,00

Per spese di mano d'opera per sorveglianza, manutenzione e rifacimento pile . . . . » 381,20

Totale . . . L. 3.600,00

e cioè per segnale L. 900,00

Illuminazione a gas acetilene: Per ammortamento spese d'impianto in 20 anni al 6 % 11.200 × 0,0872 . . . . » 976,00

Per consumo di gas acetilene. Un beccuccio di 5 litri (pari alle 10 candele elettriche per segnale) dato il sistema di luce a lampo, e compresa la veilleuse che sta permanentemente accesa, consuma nelle 24 ore litri 23. Assumendo come costo del gas a mc., compreso il noleggio delle bombole, L. 15, si ha una spesa per i 4 segnali all'anno di L. 15 × 0,023 × 4 × 365 = » 503,70

Per spese di mano d'opera per sorveglianza e manutenzione . . . » 210,30

Per trasporto delle bombole dal luogo di produzione a quello di utilizzazione (una giornata di un operaio ed un manovale o cantoniere per tutti i segnali della stazione 6 volte all'anno) 6 × (60 + 25) . . . . . » 510,00

Totale . . . L. 2.200,00

e cioè per segnale L. 550,00

N. B. — Nel caso di posti intermedi la spesa di trasporto delle bombole risulta maggiore di quella sopra indicata.

La spesa totale si può quindi calcolare in . . . . L. 2.400.00

e cioè per segnale L. 600,00

Illuminazione a petrolio. — *a*) senza l'impiego di fotoscopi:

Per consumo di petrolio. Ogni fanale consuma circa 25 g. all'ora; quindi supponendo di tenere accesi i segnali per 10 ore giornaliere si ha un consumo annuo di kg. $4 \times 0.25 \times 10 \times 365$ cioè kg. 3650 a L. 3.30. . . . . . L. 1.204,50

Per mano d'opera per l'accensione, pulizia ecc. Assumendo quale tempo occorrente per fare la strada e accendere i 4 segnali ore 1 e ½, a L. 3,30 l'ora si ha in un anno $\left(1 \frac{1}{2}\right) \times 3,30 \times 365$ . . . . » 1.806,75

Per consumo calza, sostituzione e riparazione beccucci e lumi (1 beccuccio ogni due anni e un lume ogni 4 per segnale) . . . . » 213,75

Totale . . . » 3.225,00

e cioè per segnale L. 806,00

b) con applicazione di fotoscopio ai due segnali d'avviso a distanza

Per ammortamento in 20 anni al 6 % delle spese d'impianto: $5500 \times 0,0872$ . . . . » 479,60

Per consumo petrolio come sopra . . . . » 1.204,50

Per accensione pulizia ecc. come sopra . . . . » 1.806,75

Per consumi calza, riparazioni beccucci, manutenzione fotoscopi . . » 309,15

Totale . . . L. 3.800,00

e cioè per segnale L. 950,00

Quadro riassuntivo.

Sistema d'illuminazione	Costo dell'impianto per stazione tipo	Spesa annua d'esercizio per segnale
Illuminazione elettrica con batteria di riserva	15.000	650
Id. id. senza batteria di riserva	10.500	850
Illuminazione d'approccio con accumulatori	19.500	900
Id. id. con pile	21.000	900
Acetilene lampeggiante	11.200	550
Petrolio	200	806
Id. e fotoscopi	5.500	950

V. – Conclusione.

Il tipo di stazione preso in esame è quello più generale e diffuso e quindi si può concludere, in via di massima, che:

1º Il sistema d'illuminazione a petrolio non è affatto il più economico; detto sistema inoltre è da scartarsi, come già si è visto, anche a parità di condizioni economiche, per considerazioni tecniche e sopratutto pel fatto di presentare visibilità debole ed incostante e la probabilità di spegnimento senza che il posto di manovra ne sia avvertito.

2° Nei conteggi eseguiti non si è tenuto calcolo del fatto che l'intensità luminosa delle lanterne elettriche e ad acetilene prese in esame è circa decupla di quella della lampada a petrolio. Da ciò scaturisce un altro elemento di inferiorità per quest'ultima sopratutto nei riguardi economici, se si riferisce il costo, anzichè all'unità lanterna, all'unità d'intensità della luce fornita;

3° Il sistema d'illuminazione coll'elettricità, con presa di energia dalla rete stradale e batteria d'accumulatori di riserva, non è molto più vantaggioso economicamente di quello a petrolio; però offre, rispetto ad esso, il vantaggio di una migliore illuminazione e maggiore garanzia di sicurezza d'esercizio, in quanto dà al F. V. il controllo permanente della accensione dei segnali.

4° Il sistema d'illuminazione elettrica coi dispositivi d'approccio offre vantaggi in linea tecnica rispetto all'illuminazione a petrolio; però dal lato economico presenta una maggior spesa di esercizio, più o meno notevole a seconda del dispositivo adottato.

5° L'illuminazione ad acetilene disciolto a luce lampeggiante offre, rispetto a quasi tutti gli altri sistemi esaminati, oltre alla superiorità od almeno alla parità in linea pratica, anche un vantaggio economico più o meno forte, ma sempre assai notevole.

Rispetto all'illuminazione elettrica senza riserva presenta un maggior costo d'esercizio. Però presenta anche il vantaggio di esser quasi immune dal pericolo di spegnimento mentre è noto che gl'impianti di illuminazione elettrica vanno spesso soggetti a interruzioni o mancanze di energia.

Pare quindi che al sistema di illuminazione dei segnali coll'acetilene disciolto a luce lampeggiante debba essere accordata, dopo un conveniente periodo di esperimento, una larga estensione almeno nelle località sprovviste di energia elettrica, dove la sua convenienza tecnica ed economica è indiscutibile.

6° In ogni caso e con qualunque tipo di sorgente luminosa, occorre migliorare il dispositivo ottico attuale delle lanterne dei segnali, prevedendo l'impiego di lenti di tipo appropriato e di materiale ottimo, sussidiate, nel caso di segnali che non siano del tipo ad indicazioni puramente luminose e posti all'aperto, con riflettori che riconcentrino verso la lente la parte di flusso luminoso della sorgente che andrebbe diversamente dispersa verso la direzione opposta.

Per la ferrovia Genova-Casella.

Con Regio Decreto N. 1562 del 29 luglio 1926 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 16 settembre c. a., N. 216), è stato approvato e reso esecutorio l'atto aggiuntivo stipulato il 3 luglio 1926 fra i delegati dei Ministri dei Lavori Pubblici e per le Finanze, in rappresentanza dello Stato, ed i legali rappresentanti della Società Anonima Ferrovie Elettriche Liguri, a parziale modificazione dei patti contenuti nella convenzione 29 maggio 1915 per la concessione della ferrovia Genova-Casella.

Per la concessione della tranvia elettrica da Stradella a Santa Maria della Versa.

Con Regio Decreto del 16 agosto 1926, N. 1682 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* dell'11 ottobre c. a., N. 236), è stata approvata e resa esecutoria la convenzione stipulata il 5 agosto 1926 fra i delegati dei Ministri per i Lavori Pubblici e per le Finanze, in rappresentanza dello Stato da una parte, ed il rappresentante della Società Anonima Tranvia Elettrica Stradella-Santa Maria della Versa, dall'altra, per la concessione a quest'ultima della costruzione e dell'esercizio della tranvia a trazione elettrica da Stradella a Santa Maria della Versa, con il sussidio governativo.

Contributo al calcolo dei contrafforti delle dighe a volte multiple od a lastroni

(Nota dell' Ing. ETTORE LO CIGNO del Servizio Lavori delle FF. SS.)

1° La verifica di stabilità dei contrafforti delle dighe a volte multiple od a lastroni è semplicissimo, e si fa in modo elementare ricordando il metodo del circolo di equilibrio per la ricerca della distribuzione delle pressioni nelle dighe a gravità.

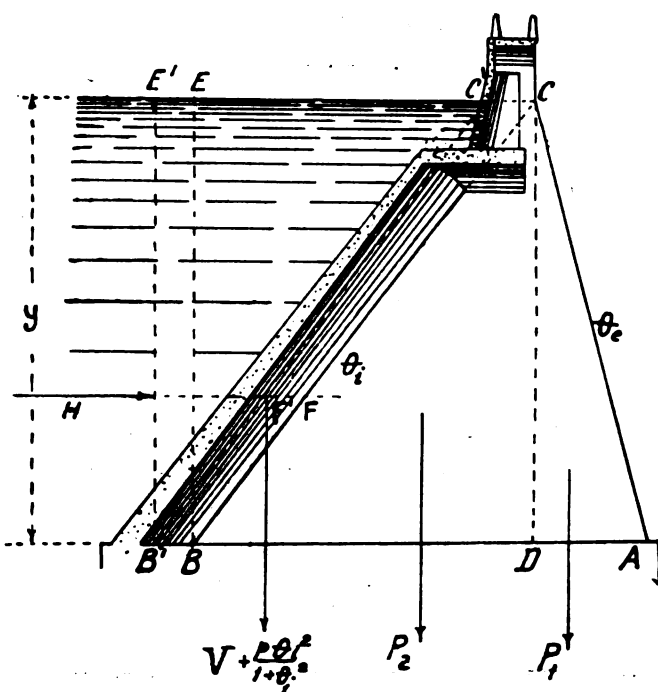



Fig. 1.

Meno semplice è invece il compito di stabilire le dimensioni ed il profilo geometrico più convenienti dei contrafforti.

Scopo della presente nota è di studiare opportuni grafici diretti non già a calcolare dimensioni, ma solo ad indirizzare sulla scelta delle pendenze dei paramenti e della grossezza degli speroni delle dighe ad archi multipli, tenendo conto della economia della costruzione e degli sforzi unitari massimi che si verificano in corrispondenza dei paramenti.

2° Ogni contrafforte è, com'è noto, soggetto all'azione del peso proprio, della componente normale alla pendenza del peso proprio delle volte, della pressione idrostatica.

Si ammette per semplicità di calcolo che il profilo dello sperone sia triangolare col vertice C al livello di massima ritenuta, che la grossezza varî con uniformità del valore s' in sommità al valore s alla base, e che il contrafforte, per rispetto alla spinta, si comporti come un monolite. Sulla base agiscono i pesi P_1 e P_2 delle parti triangolari $A\,C\,D$, $B\,C\,D$ (v. fig. 1):

$$P_1 = \frac{1}{2}\,\gamma_m\, y^2\, \theta_e\, s_1, \qquad P_2 = \frac{1}{2}\,\gamma_m\, y^2\, \theta_i\, s_1$$

essendo θ_e e θ_i le tangenti trigonometriche degli angoli che i paramenti rispettivamente esterno ed interno fanno con la verticale, y l'altezza della massima ritenuta, γ_m il peso specifico della muratura onde lo sperone è costituito, $s_1 = \dfrac{s' + 2\,s}{3}$ la gros-

sezza media del contrafforte. Al vertice C dello sperone insiste in genere una strada il peso P della quale concorre alla stabilità della costruzione. Il peso P è in genere assai piccolo rispetto al peso dello sperone e quindi trascurabile; riescirebbe tuttavia semplice tenere conto di P.

Sul paramento $B\,C$ si esercita la pressione idrostatica relativa ad un tratto di diga uguale all'interasse n fra due contrafforti.

Si osservi però che la superficie esposta all'acqua è piana per le dighe a lastroni, ed è invece ondulata per le dighe a volte multiple.

In questo secondo caso, il punto di applicazione della spinta idrostatica su di un anello elementare dista dalla corda del segmento circolare formato dal paramento esterno mediano dell'anello della quantità $y_m = \frac{\text{area segmento}}{\text{corda}}$, cioè dell'ordinata media del segmento.

In un primo calcolo si ammette che la linea $B'\,C'$ dei centri di applicazione della spinta idrostatica, e la linea interna BC di paramento del contrafforte coincidano; si vedrà in seguito in quale modo si possa tenere conto della distanza che intercede fra le dette due linee.

Ogni contrafforte è sollecitato da una spinta idrostatica orizzontale $H = \frac{1}{2}\,\gamma_a\,y^2\,n$ applicata ad $\frac{1}{3}\,y$ dalla base, e dal peso $V = \frac{1}{2}\,\gamma_a\,y^2\,\theta_i\,n$ del prisma liquido $B\,C\,E$, applicata ad $\frac{1}{3}$ di $\overline{B\,C}$ dal vertice B, essendosi ammesso per ora che la retta $B\,C$ coincida con la linea dei centri di spinta.

Il vigente regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta prescrive che gli speroni delle dighe ad archi multipli siano calcolati tenendo conto delle sottopressioni, la cui risultante S_0 va applicata ad 1/3 della base dello sperone a partire dallo spigolo interno ed ha l'intensità:

$$S_o = \frac{1}{2}\,m\,\gamma_a\,y^2\,(\theta_e + \theta_i)\,s,$$

dove m è il coefficiente di riduzione delle sottospinte, da fissarsi secondo le norme del citato regolamento.

Circa le condizioni di stabilità a cui deve soddisfare ogni contrafforte, ricordiamo che dette al solito σ_1 e σ_2 le tensioni normali principali, si deve avere a serbatoio pieno:

nel paramento a monte: $\sigma_2 = 0$

e nel paramento a valle: $\sigma_1 \lesseqgtr k$;

ed a serbatoio vuoto:

nel paramento a monte: $\sigma_2 \lesseqgtr k$

nel paramento a valle: $\sigma_1 \gtreqless 0$

essendo k il carico di sicurezza del materiale onde il contrafforte è costituito.

A questo proposito giova osservare che non sembra sia il caso di far coincidere la linea delle pressioni in carico con l'asse baricentrico dello sperone. Ed invero, quando anche questa condizione fosse soddisfatta, l'eccentricità fra centro di pressione e baricentro, nulla a serbatoio pieno, diventerebbe sensibile a serbatoio vuoto; inoltre gli

speroni in base alle ultime norme non possono essere fondati che su roccia di perfetta ed uniforme stabilità, resistenza e compattezza, e quindi nel calcolo dei contrafforti, ancor più che per le dighe a gravità, la considerazione delle sottopressioni dovrebbe servire come artificio per giungere con un profilo più ampio ad un coefficiente di stabilità più elevato. Vedremo che per gli speroni delle dighe a volte multiple ciò non si verifica sempre, e che qualora si volessero ridurre al minimo le variazioni di lavoro del materiale, basterebbe invece rendere minima la zona di escursione della linea delle pressioni nel passaggio dal serbatoio vuoto a pieno carico.

Ciò premesso si indichi con p il peso totale di una volta o di un lastrone compreso fra due speroni. Il peso p va applicato al baricentro della volta o del lastrone, baricentro la cui posizione varia in relazione alla saetta della volta ed al suo spessore variabile dalla sommità alla base; non si resta però molto discosti dal vero ammettendo che la linea d'azione di p coincida con la forza V, cioè che il baricentro suddetto si trovi ad $^1/_3$ della parete di ritenuta a partire dalla base. Si decomponga p nelle due componenti p'' parallela e p' normale alla parete di ritenuta; la prima si ammette si scarichi sul terreno e si trascura, quantunque se il complesso della costruzione è monolitico, detta componente contribuisca alla stabilità dello sperone; la seconda può a sua volta decomporsi nelle due componenti $p_a = \frac{p\ \theta_i}{1 + \theta_i^2}$ parallela alla base del contrafforte, e $p_b = \frac{p\ \theta_i^2}{1 + \theta_i^2}$ verticale. La direzione della componente p_a coincide con la direzione della forza H, la componente p_b con la forza V.

Con queste semplificazioni, detti M_m ed M_n i momenti rispetto ai punti di nocciolo della base del contrafforte, la condizione che sul paramento a monte, a serbatoio pieno, risulti $\sigma_2 = 0$ si può scrivere:

$$\sigma = \left[\gamma_a\ y\ \frac{n}{s} + \frac{2\ p\theta_i}{s\, y\, (1 + \theta_i^2)} \right] \frac{\theta_i^2}{1 + \theta_i^2},$$

dove σ è lo sforzo unitario nell'elemento orizzontale, dedotto con la regola del trapezio, Parimenti, la pressione σ_1 sull'unità di superficie del paramento interno alla base del contrafforte è approssimativamente aserbatoio pieno: $\sigma_1 = \gamma_a\ y\ \frac{n}{s} + \frac{2\ p\ \theta_i}{s\, y\, (1 + \theta_i^2)}$, ove si ammetta che la pressione normale al paramento dovuta alla componente p' del peso delle due mezze volte che si impostano sul contrafforte che si considera, vari linearmente in modo da raggiungere alla base il valore per unità di superficie $\frac{2\ p\ \theta_i}{s\, y\, (1 + \theta_i^2)}$, e si trascuri l'attrito dato dalla componente p'.

Sostituendo a $P_1\ P_2\ V\ H$ i valori indicati sopra si trova la relazione (1):

$$\gamma_m\ \theta_e\ (\theta_e + \theta_i) - m\ \gamma_a\ \frac{s}{s_1}\ (\theta_e + \theta_i)^2 = \frac{(1 - \theta_e\ \theta_i)^2}{1 + \theta_i^2} \left[\gamma_a \frac{n}{s_1} + \frac{2\ p\ \theta_i}{s_1\ y^2\ (1 + \theta_i^2)} \right] \qquad [1]$$

(1) Si è ammesso che i pesi P_1 e P_2 passino rispettivamente per i baricentri dei triangoli ACD, BCD, mentre per effetto della rastremazione del contrafforte dette forze si spostano rispettivamente verso i vertici AB; lo spostamento facilmente calcolabile è piccolissimo e si può trascurare.

La seconda condizione che a serbatoio pieno la pressione unitaria massima alla base dello sperone a valle sia uguale al carico di sicurezza k, si può scrivere:

$$K = 6 \frac{- M_n (1 + \theta_e^2)}{y^2 (\theta_e + \theta_i)^2 s}$$

Ma il momento M_n è:

$$M_n = - \frac{s_1 y^2}{6} \left\{ \gamma_m \theta_i (\theta_e + \theta_i) + (1 - \theta_e \theta_i) \left[\gamma_a \frac{n}{s_1} + \frac{2 p \theta_i}{s_1 y^2 (1 + \theta_i^2)} \right] \right\}$$

e quindi:

$$\frac{k}{y} \frac{s}{s_1} \frac{(\theta_e + \theta_i)^2}{1 + \theta_i^2} = \gamma_m \theta_i (\theta_e + \theta_i) + (1 - \theta_e \theta_i) \left[\gamma_a \frac{n}{s_1} + \frac{2 p \theta_i}{s_1 y^2 (1 + \theta_i^2)} \right] \qquad [2]$$

Le due relazioni [1] e [2] messe sotto la forma $f (\theta_e, \theta_i, s_1) = 0$, $\varphi (\theta_e, \theta_i, s_1) = 0$ non sono sufficienti a calcolare le tre incognite θ_e, θ_i ed s_1.

Per trovare i valori di θ_e, θ_i, ed s_1, che rendano minimo il volume dello sperone: $V = \frac{1}{6} (\theta_e + \theta_i) y^2 (2 s + s') = \frac{1}{2} (\theta_e + \theta_i) y^2 s_1$ e che in pari tempo soddisfino alle sopracitate relazioni [1] e [2] occorrerebbe eguagliare a zero il determinante formato con le derivate parziali delle tre funzioni f, φ e V rispetto alle tre variabili θ_e, θ_i ed s_1.

Così facendo, e qualora il problema ammettesse una soluzione con radici reali, si otterrebbe sempre una relazione poco maneggevole, che non servirebbe allo scopo.

Il problema può invece essere risolto con sufficiente approssimazione, grazie ad un semplice artificio di calcolo.

Le relazioni [1] e [2], posto $K' = \frac{k}{y} \frac{s}{s_1}$ ed

$$A' = \frac{\gamma_a n + \frac{2 p \theta_i}{y^2 (1 + \theta_i^2)}}{s_1 (\theta_e + \theta_i)}$$

si trasformano nelle:

$$A' \frac{(1 - \theta_e \theta_i)^2}{1 + \theta_i^2} = \gamma_m \theta_e - m \gamma_a \frac{s}{s_1} (\theta_e + \theta_i) \qquad [3]$$

$$A' (1 - \theta_e \theta_i) = K' \frac{\theta_e + \theta_i}{1 + \theta_e^2} - \gamma_m \theta_i \qquad [4]$$

Dalla [4] si ricava θ_i in funzione di θ_e, K' ed A':

$$\theta_i = \frac{A' - K' \frac{\theta_e}{1 + \theta_e^2}}{A' \theta_e + \frac{K'}{1 + \theta_e^2} - \gamma_m} \qquad [5]$$

Sostituendo θ_i nella [3] si ottiene la seguente equazione di 2° grado in A':

$$A'^2 \left[\theta_e^2 \gamma_m - m \gamma_a (1 + \theta_e^2)\right] + A' \theta_e \left[\frac{K'}{1 + \theta_e^2} (3 \gamma_m - K') - 2 \gamma_m (\gamma_m - m \gamma_a)\right] +$$
$$+ \left[\gamma_m^2 + \frac{K'}{1 + \theta_e^2} (K' - 2 \gamma_m)\right] \left(\gamma_m - m \gamma_a - \frac{K'}{1 + \theta_e^2}\right) = 0 \qquad [6]$$

In base alle [5] e [6] sono stati disegnati i grafici delle figure 2-3-4 relativi rispettivamente ai valori del coefficiente di riduzione della sottospinta moltiplicato pel rapporto $\frac{s}{s_1} : m \frac{s}{s_1} = 0, \frac{1}{2}, 1.$

Nei grafici, riferiti alle acisse θ_i ed alle ordinate A', sono state tracciate le curve corrispondenti a valori costanti di K' e di θ_e.

L'esame dei grafici porta ad alcune conclusioni, ma anzitutto osserviamo che il 2° termine $\frac{2\, p\, \theta_i}{y^2 (1 + \theta_i^2)}$ al numeratore di A' è piccolo rispetto al 1° termine $\gamma_a\, n$, e che perciò A' varia in proporzione inversa del prodotto $s_1\,(\theta_e + \theta_i)$, ovverosia è inversamente proporzionale al volume V dello sperone.

Fig. 2.

Diagramma pel calcolo approssimato delle pendenze θ_e e θ_i dei paramenti esterno ed interno sulla verticale, ove il cofficiente di riduzione delle sottospinte sia $m = o$.

Ordinate
$$A^1 = \frac{\gamma_a\, n + \dfrac{2\, p\, \theta_i}{y^2 (1 + \theta_i^2)}}{s_o\,(\theta_e + \theta_i)}$$

$$K^1 = \frac{K}{y}\,\frac{s}{s_o}$$

Occorrerebbe dunque prendere sui grafici, corrispondentemente ad un determinato valore di K', il massimo di A' per ottenere il volume minimo dello sperone. Dal grafico della fig. 2 risulta però che le curve corrispondenti a determinati valori costanti di K' non presentano punti di or'dinata massima, e perciò A' va scelto sul grafico in relazione allo spessore minimo compatibile con la qualità del materiale, alla geognostica dello sbarramento, e più ancora in relazione alla resistenza al carico di punta.

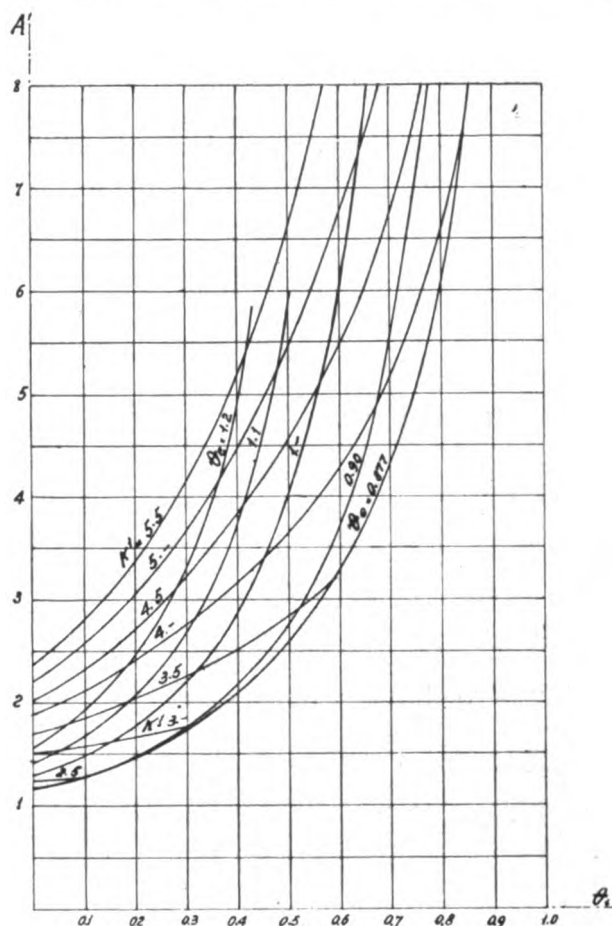
Prima di procedere nell'esame dei grafici è opportuno osservare che essi non servono, com'è ovvio, a calcolare per semplice interpolazione le pendenze θ_e e θ_i dei paramenti, bensì a dare un indirizzo sulla scelta dei valori più convenienti di θ_e e θ_i, poichè i grafici stessi sono stati dedotti dalle formule approssimate [5] e [6].

Detti grafici dimostrano che per un determinato valore costante di $K' = \frac{k}{y}\,\frac{s}{s_1}$ il valore di A' aumenta, ovverosia il volume dello sperone diminuisce coll'aumentare

della pendenza θ_i del paramento interno e col diminuire della pendenza θ_e del paramento esterno. Per $m = o$, ciò sta solo per $K' > 3.2$, cioè nei casi che più sovente si presentano nella pratica. Per $K' < 3.2$, A' diminuisce assai leggermente con l'aumentare di θ_i. Quando l'altezza y di ritenuta è notevole ed a K si assegna un valore piccolo, il grafico della fig. 2 non serve allo scopo, perchè K' risulta minore di 3, ed in questo caso non possono coesistere le due condizioni che la pressione unitaria massima σ_1 al paramento a valle raggiunga il carico di sicurezza K e che la pressione σ_2 sul paramento a monte sia eguale a zero.

Fig. 3.

Diagramma pel calcolo approssimato delle pendenze θ_e e θ_i dei paramenti esterno ed interno sulla verticale, ove il coefficiente m di riduzione delle sottospinte $\times \frac{s}{s_1}$ sia: $m \frac{s}{s_1} = 1$.

I valori di A' dati dalla [6] per $m \frac{s}{s_1} = 1$ e $K' > 2,3$ riescono immaginari per $\theta_e < 0.877$, il che risulta dalle radici della suddetta equazione 6. Parimenti per $m \frac{s}{s_1} = \frac{1}{2}$ e $K' > 2.3$, i valori di A' risultano immaginari per $\theta_e < 0.527$. La qualcosa sta a dimostrare che per $m = 0$, ovverosia quando si escluda ogni ipotesi di sottopressione, come prevedevano le vecchie norme per le dighe di sbarramento, il campo di variazione della pendenza θ_e del paramento esterno è assai vasto, mentre per $m \frac{s}{s_1} = \frac{1}{2}$, θ_e non può assumere valori minori di 0,527; e per $m \frac{s}{s_1} = 1$, θ_e deve essere maggiore di 0,877, non potendosi diversamente soddisfare alle sopra ricordate condizioni di stabilità, ed evitare tensioni sul paramento interno. Con le nuove norme di cui al D. M. in data dicembre 1925 viene stabilita all'articolo 37 come condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a speroni, che questi siano fondati su roccia di perfetta ed uniforme stabilità, resistenza e compattezza, e per il calcolo statico si prescrive di tenere conto delle sottopressioni con le stesse norme indicate per le dighe in muratura a gravità. Conseguentemente per le dighe a speroni fino a 25 metri di altezza si dovrà adottare $m = \frac{1}{3}$, per le dighe di altezza da 25 a 50 metri: $m = \frac{1}{2}$ ed infine per le dighe a speroni di altezza maggiore di 50 metri: $m = \frac{2}{3}$.

Nel primo caso e cioè per le dighe sino a 25 metri di altezza se $s = s_1$ si dovrà scegliere approssimativamente $\theta_e > 0.411$; per quelle da 25 a 50 metri: $\theta_e > 0{,}527$; per le dighe a speroni di altezza maggiore di 50 metri: $\theta_e > 0{,}638$. Tutte queste cifre, come già si è detto sopra, debbono ritenersi largamente approssimate in relazione alle fatte ipotesi semplificative.

D'altra parte, si è ammesso che la linea $B' C'$ dei centri di applicazione della spinta idrostatica, e la linea interna $B C$ di paramento del contrafforte coincidano, il che non è esatto, e può condurre ad un notevole errore. Posto che dette linee siano parallele e distino fra loro orizzontalmente del segmento y', si deve tenere conto che la forza verticale $V + \frac{p\,\theta_i^2}{1+\theta_i^2}$ in luogo che in F, ad $\frac{1}{3}$ di BC a partire dalla base, è applicata in F' alla distanza da F del segmento $FF' = y' = y_m \sqrt{1+\theta_i^2}$, essendo, come si è detto sopra, y_m l'ordinata media del segmento circolare formato dalla linea dell'estradosso.

Fig. 4.

Diagramma pel calcolo approssimato delle pendenze θ_e e θ_i dei paramenti esterno ed interno sulla verticale, ove il coefficiente m di riduzione delle sottospinte $\times \frac{s}{s_1}$ sia: $m \frac{s}{s_1} = \frac{1}{2}$.

Il momento $\left(V + \frac{p\,\theta_i^2}{1+\theta_i^2}\right) y'$ che si è trascurato, dà luogo ad uno sforzo σ' di tensione nel paramento a valle:

$$\sigma' = \frac{\left(V + \frac{p\,\theta_i^2}{1+\theta_i^2}\right) y'}{\frac{1}{6}\, s\, y^2\, (\theta_e + \theta_i)^2} =$$

$$= \frac{3\left[\gamma_a\, n + \frac{2\,p\,\theta_i}{y^2\,(1+\theta_i^2)}\right]\theta_i\, y'}{s\,(\theta_e + \theta_i^2)}$$

ed a uno sforzo $-\sigma'$ di compressione nel paramento a monte. Poichè σ' è piccolo e tende a rendere la tensione normale principale σ_2 sul paramento a monte leggermente maggiore di zero, si può trascurare.

Si dovrà invece sostituire a K il valore $K + \sigma'$ per tenere conto del minore sforzo di compressione a cui verrebbe assoggettato il paramento a valle ove si trascurasse il momento $\left(V + \frac{p\,\theta_i^2}{1+\theta_i^2}\right) y'$ più sopra citato.

Si dovrà poi verificare, se la pressione σ_2 che si verifica nel paramento a monte a serbatoio vuoto, sia minore del carico di sicurezza K.

Dal grafico della figura 2 si ha per $m = 0$, $K' = 4$ ed $A' = 3.5 : \theta_i = 0.82$ e $\theta_e = 0.40$. Volendosi tenere conto delle sottopressioni, dal grafico della figura 3 si ha per $m \frac{s}{s_1} = \frac{1}{2}$ e per gli stessi valori di K' ed $A' : \theta_e = 0.58$ e $\theta_i = 0.69$, ed infine del grafico della figura 4, per $m \frac{s}{s_1} = 1$ si ha sempre per $k' = 4$ ed $A' = 3.5: : \theta_i = 0.47$ e $\theta_e = 0.99$.

Nei tre casi, specie se l'altezza y di ritenuta è notevole, e perciò il secondo termine di A' è piccolo rispetto al primo, si può ritenere che il volume dello sperone rimanga costante. Il che significa che per tenere conto delle sottopressioni secondo le norme del nuovo regolamento, pur mantenendo costante il volume del contrafforte, quale si ricava nella ipotesi di $m = 0$, basta diminuire la pendenza θ_i del paramento interno, ed aumentare la pendenza θ_e del paramento esterno, e ciò in misura tanto più forte, quanto più grande si fissa il valore del coefficiente m di riduzione delle sottospinte. La pendenza totale $\theta_e + \theta_i$ aumenta col crescere del coefficiente m; proporzionatamente però può essere ridotto lo spessore medio s_1 del contrafforte, pur lasciando inalterata la pressione unitaria massima nel paramento a valle ed evitando sforzi di tensione ai paramenti.

Nei tre casi sopra considerati, e per $m \frac{s}{s_1} = 0, \frac{1}{2}, 1$ la pendenza totale $\theta_e + \theta_i$ sale da 1,22 ad 1,27 ad 1,46, e quindi, data la più ampia base del contrafforte, si incontrano col crescere di m, maggiori difficoltà nelle fondazioni. Sembra pertanto si possa dedurre che, mentre per le dighe a gravità a profilo triangolare di sezione minima la considerazione di una lama d'acqua sottostante la base di fondazione porta ad un più ampio profilo e ad un più elevato coefficiente di stabilità, per le dighe a volte multiple, invece, la considerazione delle sottospinte conduce ad un diverso profilo degli speroni, pure restando costante il volume V, ed il lavoro unitario massimo K del materiale ai paramenti, grazie alla variabilità dello spessore, cioè della terza dimensione di cui si dispone nel calcolo dei contrafforti.

D'altra parte se si riflette che questi non debbono essere fondati che su roccia di perfetta compattezza, sembra che pel calcolo del profilo degli speroni, in luogo che alla ipotesi poco persuasiva delle sottospinte, sarebbe stato opportuno nelle nuove norme di fissare la zona di escursione della linea delle pressioni nel passaggio dal serbatoio vuoto al pieno carico.

3° *Esempio numerico.* — Applicheremo i grafici a qualche esempio pratico. Nella diga del Tirso, i contrafforti hanno spessori variabili e precisamente a 0, 20, 40, 60 metri di profondità sotto il piano stradale, lo spessore è rispettivamente di m. 2,50, 3,40, 5,25 ed 8 metri. L'interasse fra gli speroni è di m. 15; il paramento a monte è inclinato di 57° sulla orizzontale; la pressione unitaria massima è di kg. 13,5 per cmq. Alla quota di m. 58 sotto il massimo invaso approssimativamente si ha:

$s_1 = \text{m } 5.71$, $A' = \frac{15 + 0.84}{5.71 \times 1{,}07} = 2{,}60$, $\sigma' = 19$ tonn. per mq., $K + \sigma' = 154$, $K' = \frac{154 \times 8}{58 \times 5.71} = 3.72$, e dal grafico della figura 2, per interpolazione si ricava:

$$\theta_e = 0.65 \quad \text{e} \quad \theta_i = 0.42,$$

che corrispondono alle inclinazioni assegnate ai paramenti del progettista ing. Kambo. Dallo stesso grafico, e mantenendo costante $K' = 3.72$, si ha per $A' = 3$: $\theta_i = 0.93$, $\theta_e = 0.34$; nel quale caso: $s_1 =$ m. 4,17, e quindi alla base lo spessore diventa $s =$ m. 6,03, pure mantenendo costante $K =$ kg. 13.5, per cmq.

Se poi si tenesse conto delle sottopressioni, si avrebbe dal grafico della figura 4, per $m \frac{s}{s_1} = 1$, ossia per $m = 0.71$, $k = 13,5$ kg. per cm², $K' = 3,50$, $A' = 3,20$: $\theta_e = 0.877$ e $\theta_i = 0,59$, e conseguentemente $s_1 =$ m. 3.37, $s =$ m. 4.72, con che il volume dello spessore diminuirebbe di circa $\frac{1}{5}$.

Questo esempio sta a dimostrare che variando opportunamente le pendenze θ_e e θ_i si può tenere conto delle sottopressioni ampliando il profilo degli speroni, senza aumentarne il volume

Nel calcolo della diga ad archi mutipli sullo Scoltenna per l'impianto idroelettrico di Ponte Strettara, gli sforzi unitari massimi alla base degli speroni sono stati dedotti con la regola del trapezio, mentre adottando il metodo del circolo di equilibrio si ottengono sul paramento a monte piccoli sforzi di tensione.

In questa diga, l'interasse degli speroni è di m. 9,50, il loro spessore è di m. 2,50 in fondazione e di m. 1,60 sulla cresta.

Le pendenze θ_e θ_i assegnate ai paramenti sono $\theta_e = 0,80$, $\theta_i = 0,25$; lo spessore delle volte è di m. 1 alla base e di m. 0,40 in sommità. Adottando il lavoro unitario massimo $K = 7$ kg. per cmq., tenendo fermi gli spessori : $s' = 1,60$, $s = 2,50$, $s_1 = 2,20$, per la ritenuta ordinaria di $y = 20$ metri si ha per $K' = 4.54$, $A' = 4,10$: $\theta_i = 0,65$, $\theta_e = 0.54$.

Adottando tali pendenze si evitano sforzi di tensione nel paramento a monte.

Conclusioni. — Da quanto sopra è stato esposto sembra potersi concludere:

1° Il calcolo degli speroni delle dighe a volte multiple si può fare variando tre elementi, e cioè le pendenze dei due paramenti, esterno ed interno, e lo spessore, con che è possibile di soddisfare alle prescritte condizioni di stabilità, e di raggiungere in pari tempo l'economia della costruzione, anche quando si tenga conto delle sottopressioni, come prescrivono le nuove norme. In questo caso però si dovrà tenere maggiormente inclinato il paramento esterno, la cui pendenza θ_e sulla verticale non dovrà essere approssimativamente minore di 0,411 per $m \frac{s}{s_1} = \frac{1}{3}$, di 0,527 per $m \frac{s}{s_1} = \frac{1}{2}$, di 0,638 per $m \frac{s}{s_1} = \frac{2}{3}$, di 0,877 per $m \frac{s}{s_1} = 1$.

2° Volendosi assegnare agli speroni un profilo meglio proporzionato agli sforzi a cui essi sono assoggettati, sembra che in luogo di ricorrere alla ipotesi poco persuasiva delle sottospinte, sia opportuno di ridurre al minimo le variazioni di lavoro del materiale, fissando, in relazione alla importanza dell'opera, la zona di escursione della linea delle pressioni nel passaggio dal serbatoio vuoto al pieno carico.

Alessandria, settembre 1926.

La protezione dei passaggi a livello ferroviari alla Mostra della Strada di Milano

Sulle due notevoli manifestazioni tecniche d'importanza mondiale che si sono svolte recentemente in Italia — vale a dire il Congresso e la Mostra della Strada — la nostra rivista si è già soffermata (1) *e si sofferma ancora in questo numero* (2) *da un punto di vista generale.*

Alle aride notizie d'insieme riteniamo però molto opportuno aggiungere un' illustrazione più larga — dovuta al nostro attivo collaboratore ing. Dorati, del Servizio Lavori delle FF. SS. — su quel riparto della Mostra che rappresentava il contributo ferroviario e che destava maggiore interesse in quanto aveva un carattere di viva attualità, riferendosi al punto dove ferrovia e strada ordinaria si attraversano e confondono le loro sedi.

Nella Mostra della Strada testè tenuta a Milano uno dei reparti diremo di attualità e che attirava maggiormente l'attenzione e l'interesse dei visitatori era quello riferentesi agli apparecchi e sistemi di protezione dei passaggi a livello ferroviari.

Tale reparto comprendeva gli ***stands*** delle Ferrovie italiane dello Stato e delle Ferrovie Francesi del Nord e le mostre all'aperto delle Ferrovie dello Stato e della Compagnia Italiana dei Segnali, delle Industrie Vicentine Elettromeccaniche e delle Ferrovie Francesi del Nord.

Nello ***stand*** delle Ferrovie dello Stato situato nel padiglione dell'Aeronautica (fig. 1) erano esposti:

1° un tavolo delle dimensioni di m. 5.00 × 1.00 sul quale erano collocati modelli funzionanti dei tipi principali di impianti per la protezione delle diverse categorie di passaggi a livello e così:

impianto di protezione con segnali (binario in scala ridotta ed apparecchi al vero e funzionanti) di un passaggio a livello custodito.

La stazione da cui il treno proviene trasmette al guardiano del P. L., a mezzo di soneria, l'ordine di chiusura. Il guardiano, chiusi i cancelli, li assicura con una speciale serratura dalla quale ad operazione compiuta può estrarre una chiave che, introdotta in apposito istrumento di consenso, tacita la soneria del P. L., che diversamente continuerebbe a suonare, e rende possibile l'apertura dei segnali. Tale chiave rimane bloccata nell'istrumento e per conseguenza i cancelli rimangono assicurati nella posizione di chiusura, fintanto che il treno non sia transitato ed abbia fatto funzionare un apposito pedale di liberazione. Riaprendo i cancelli si richiudono automaticamente i segnali di protezione.

Un piccolo carrellino scorrendo sul binarietto disposto sul tavolo rendeva evidente il riprodursi delle varie fasi anzi accennate;

(1) Vedi fascicolo del giugno 1926, pag. 293.
(2) Vedi informazione a pag. 170.

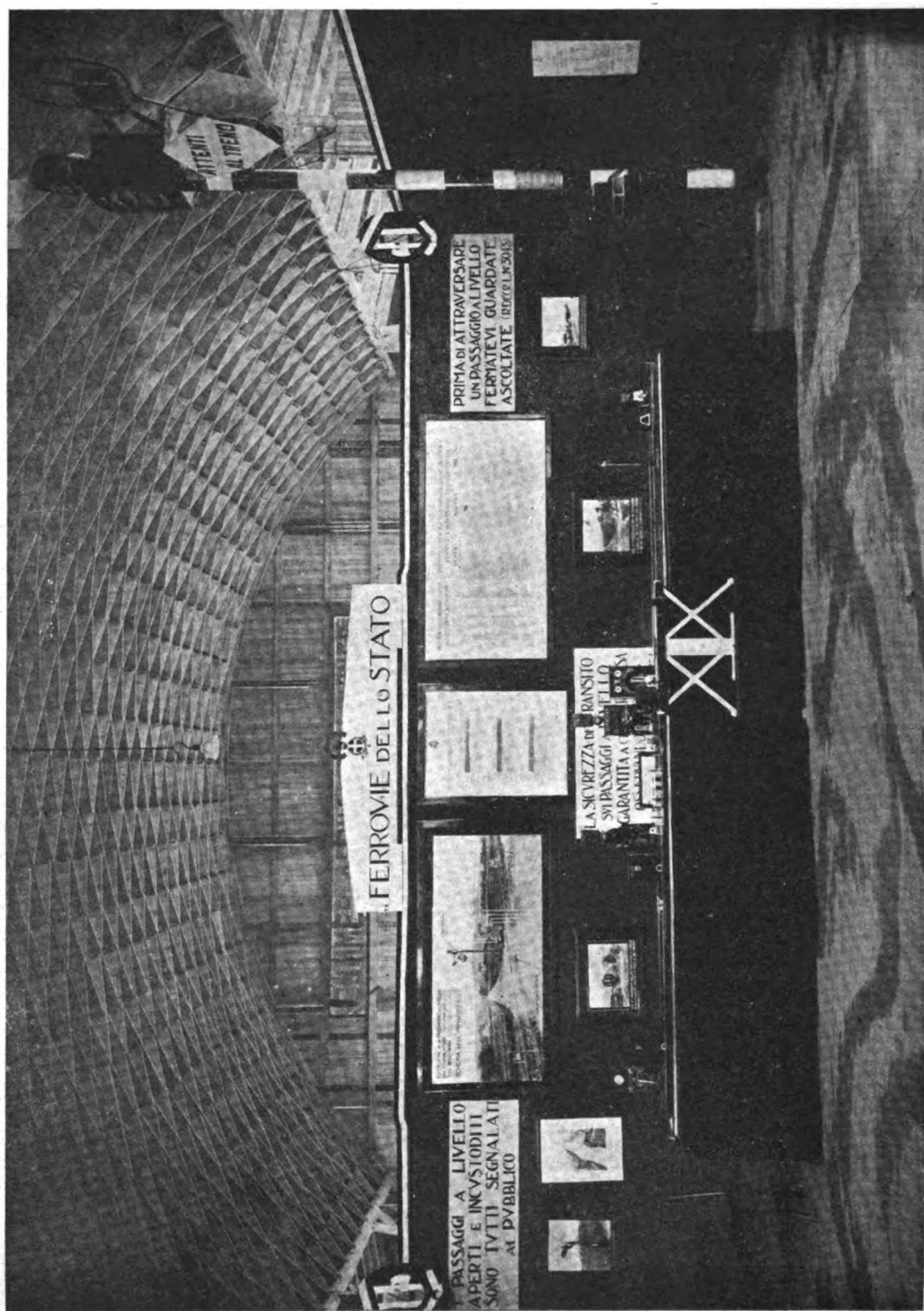



Fig. 1.

impianto di avviso (binario in scala ridotta ed apparecchi al vero e funzionanti) ad un passaggio a livello custodito.

La stazione da cui proviene il treno trasmette a mezzo di soneria al guardiano del P. L. l'avviso di chiusura. Questi chiude i cancelli e dopo di ciò, premendo sul

Fig. 2-a.

Fig. 2-b.

tasto di un apparecchio situato al P. L., tacita la propria soneria, che diversamente continuerebbe a squillare, ed in pari tempo trasmette alla stazione il segnale di conferma di chiusura.

A differenza del sistema precedente che è imperativo, questo, come si vede, è semplicemente indicativo;

impianto di segnalazione (in scala ridotta) di un passaggio a livello aperto ed incustodito, di notevole importanza.

Il treno stesso, allorchè si avvicina dall'uno o dall'altro lato al passaggio a livello, mette in funzione con sufficiente anticipo di tempo il segnalatore. Il funzionamento di questo cessa appena il treno ha impegnato il passaggio.

Fig. 2-c.

Poichè sarebbe stato impossibile riprodurre in modo abbastanza visibile le varie modalità di funzionamento del segnalatore col solo aiuto del modellino di tale apparecchio collocato sul tavolo, era stato disposto in un lato dello stand un apparecchio segnalatore completo, tipo Wig Wag della Compagnia Italiana dei Segnali, funzionante in vece dell'anzidetto modello.

Di tale apparecchio si omette la descrizione dettagliata, trattandosi di apparecchio ben noto e già descritto nella *Rivista Tecnica* (Vedi N. 1, luglio 1921).

Come appare chiaramente dalla fig. 2, tale segnalatore consta essenzialmente di una campana e di un pendolo a disco. Normalmente la campana tace ed il pendolo è inclinato lateralmente e nascosto dietro uno schermo. Allorquando un treno si avvicina, la campana dà dei rintocchi abbastanza rapidi ed il pendolo si scopre e si mette ad oscillare. Di notte una lampada al centro del disco pendolare manda luce rossa.

Fig. 3.

In caso di guasto di una qualsiasi parte dell'impianto, il pendolo resta immobile e disposto verticalmente.

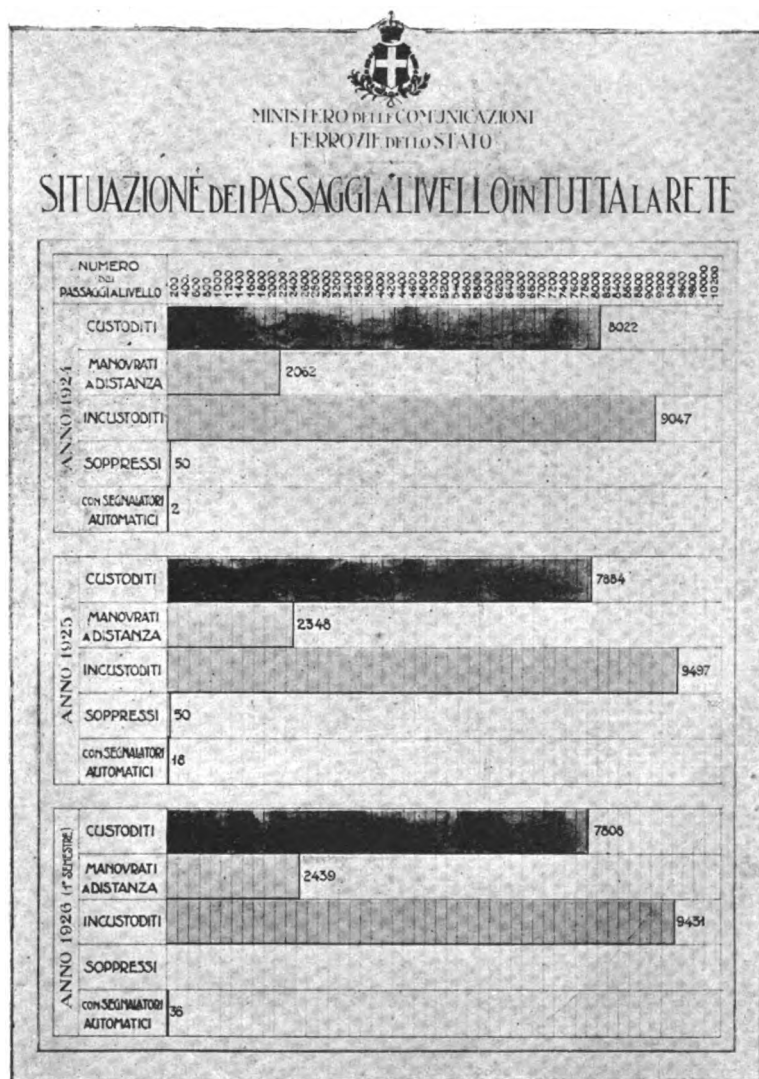
Tale apparecchio è chiaramente visibile nella fig. 1 e poteva esser messo in funzione mediante lo spostamento sul binarietto del carrellino di cui sopra;

2° una serie di diagrammi, fotografie, quadri, cartelli e cioè:

un diagramma dimostrante il quantitativo, totale e ripartito per categorie, dei passaggi a livello, esistenti sull'intera Rete delle Ferrovie dello Stato (fig. 3);

un diagramma rappresentante il numero d'investimenti verificatisi negli ultimi due anni e mezzo in corrispondenza ai passaggi a livello ferroviari e nelle città di Roma, Napoli e Milano (fig. 4);

uno schizzo panoramico dimostrante schematicamente la costituzione d'un impianto di segnalatori tipo Wig Wag (fig. 5);

In tale schizzo è dimostrato schematicamente, a mezzo di linee bianche, l'andamento dei circuiti elettrici necessarî pel funzionamento dell'apparecchio ed è pure indicata l'ubicazione delle batterie di pile, relais di comando, giunti di isolamento dei circuiti di binario, ecc.;

una serie di quadri contenenti fotografie di tre tipi di segnalatori esperimentati presso le Ferrovie dello Stato;

una serie di cartelli ammonitori ed *una serie di vignette* aventi lo scopo di richiamare l'attenzione del pubblico sulle disposizioni che regolano il transito sui passaggi

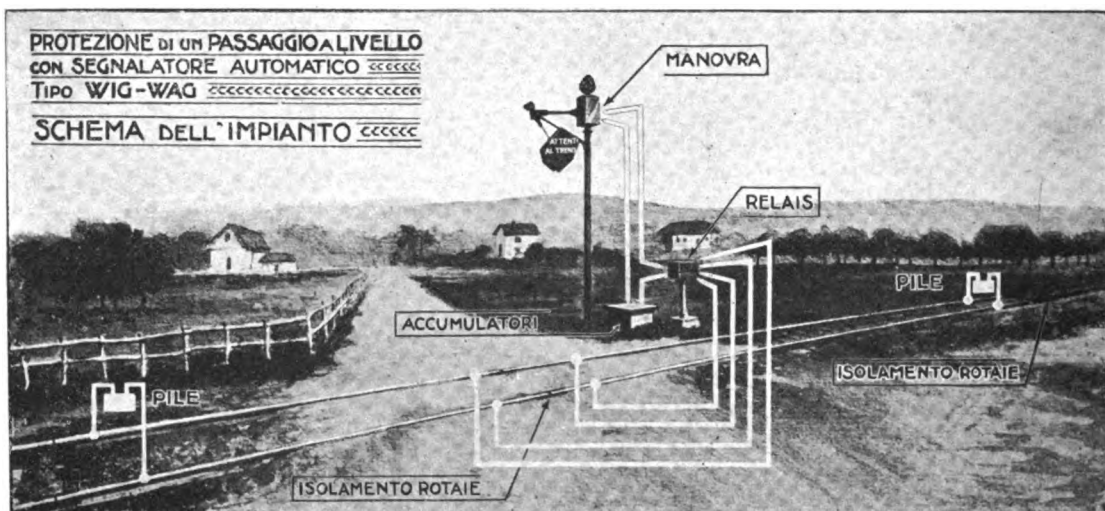



Fig. 5.

a livello e di rammentargli che la causa degli inconvenienti che si verificano risiede unicamente nell'inosservanza delle disposizioni stesse (fig. 6);

uno schizzo panoramico rappresentante il dispositivo (*cattle-guard*) per impedire al bestiame che attraversa i passaggi a livello di insinuarsi lungo la linea ferroviaria.

3° un segnale d'avviso a croce di S. Andrea, tipo F.S per passaggio a livello su linea a doppio binario (fig. 7).

Fig. 6-a.

Nello *stand* delle Ferrovie Francesi del Nord situato nel Palazzo del Mobilio era esposta una serie di modelli, fotografie, disegni di apparecchi proposti da ditte per la protezione dei passaggi a livello.

Nella mostra all'aperto, la Compagnia Italiana dei segnali esponeva:

1° un apparecchio Wig Wag in tutto simile a quello funzionante nello *stand* delle Ferrovie dello Stato, ma azionato da un reale circuito di binario;

2° un segnalatore a due luci, rosse, alternativamente intermittenti.

Le Industrie Vicentine Elettromeccaniche esponevano:

1° Un segnalatore a braccio oscillante rappresentato dalla fig. 8 e azionato direttamente dal treno a mezzo di circuito di binario. Le indicazioni date da questo segnalatore sono le seguenti:

Quando nessun treno è in vista, il braccio occupa la posizione verticale e lascia scoperta una luce bianca per la notte. Quando invece un treno si approssima il braccio si dispone automaticamente nella posizione orizzontale ed oscilla con ampiezza di circa 20 gradi al di sopra e al di sotto dell'orizzontale. Durante la notte il segnalatore in questa condizione dà una luce rossa intermittente per effetto del movimento del braccio, che oscillando copre e scopre alternativamente la luce del fanale.

Fig. 6-b.

In caso di guasto il braccio si dispone per effetto della gravità orizzontalmente ed il fanale dà luce rossa permanente.

2° Un segnalatore a coccarda rotante rappresentato dalla fig. 9, pure esso

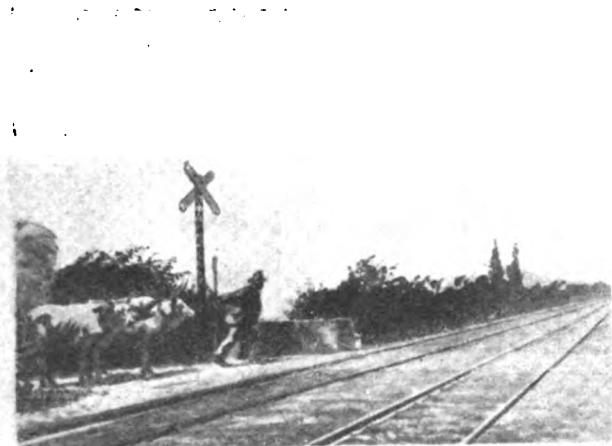
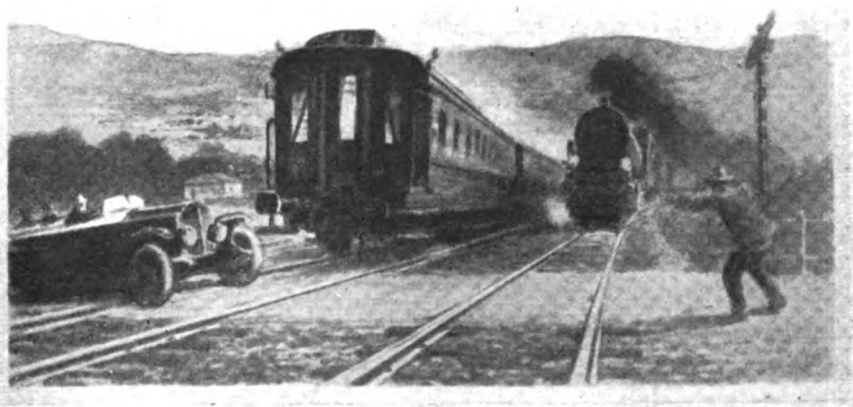
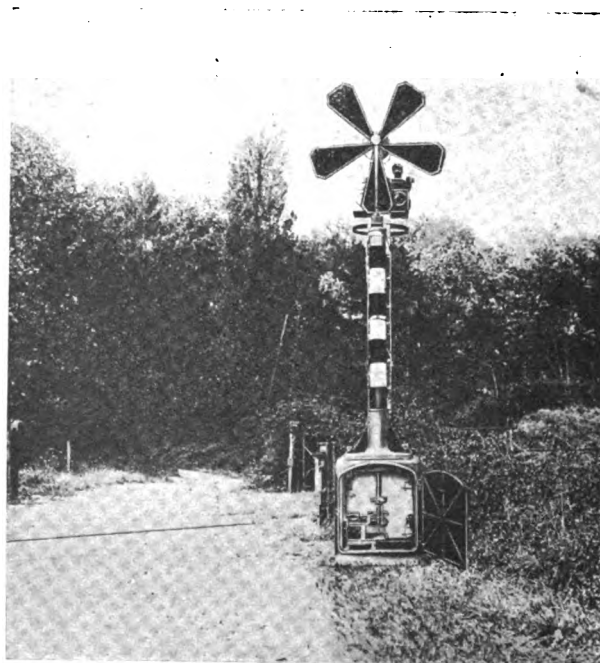



Fig. 6-c.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

azionato dal treno a mezzo di circuito di binario. Le indicazioni date da questo segnalatore sono le seguenti:

Quando nessun treno è in vista, le ali della coccarda restano disposte parallelamente alla strada e per conseguenza sono dai passanti viste di profilo. Durante la notte un fanale proietta luce bianca. Quando un treno si approssima le ali si dispongono in senso perpendicolare

alla strada e sono animate da un moto di rotazione attorno all'asse della coccarda. Di notte le ali nel loro movimento coprono e scoprono alternativamente le luci di due fanali affiancati, il che produce l'apparenza del movimento di una luce rossa mossa alternativamente da destra a sinistra e viceversa.

In caso di guasto la coccarda si dispone normalmente all'asse della strada, ma resta ferma e durante la notte si ha una o due luci rosse fisse.

Infine le Ferrovie Francesi del Nord esponevano:

1° Una coppia di barriere manovrabili della luce di m. 8 complete di cancelletti pedonali. Per rendere visibili anche di notte le sbarre, queste sono provviste in alcuni tratti di « cataphotes », apparecchi che brillano di luce riflessa allorquando siano investiti dal fascio luminoso dei fari di automobili o simili.

2° Un segnalatore Wig Wag in tutto simile a quelli precedentemente descritti.

3° Due segnalatori ed un fanale a luce lampeggiante ad acetilene del tipo Magondeaux. Uno dei segnalatori è rappresentato nella fig. 10.

Fig. 10.

Le indicazioni date da questo segnalatore sono le seguenti:

Quando nessun treno è in vista, il fanale dà luce lampeggiante bianca. Quando invece un treno si approssima, la luce diventa rossa. Occorrendo, si può avere oltre a ciò il cambiamento di frequenza del lampeggiamento e lo squillo di una soneria.

Per ultimo, per semplice memoria, si ricordano un disegno ed un modello di segnalatore ottico ed acustico e di chiusura automatica dei P.L. esposti nell'hangar dell'Aeronautica presso allo Stand delle Ferrovie dello Stato.

Roma, 5 ottobre 1926.

Ferrovie americane.

La situazione delle reti ferroviarie americane dal punto di vista dello scartamento, è nel suo complesso, la seguente:

Il 90 % delle linee del Canadà e del Messico hanno lo scartamento normale europeo; nel Centro America si usa uno scartamento di m. 0,91 e nel Sud America una buona metà delle linee hanno lo scartamento di un metro impiegato insieme con lo scartamento spagnolo di m. 1.68. Parimenti nell'Equatore esiste lo scartamento di m. 0,76; nel Chile, infine, vi sono su 9500 km. sette scartamenti: m. 0,60; m. 0,76; m. 1.06; m. 1,27; m. 1.44; m. 1.68, e m. 1,27.

INFORMAZIONI

Il V Congresso Internazionale della Strada.

Fu tenuto in Milano nei giorni dal 6 all'11 settembre 1926, nei locali della R. Università in via S. Michele del Carso 25 e successivamente a Roma dal 13 al 15 dello stesso mese. È il quinto della serie dei Congressi Internazionali della Strada finora organizzati: il primo (1906) ebbe per sede Parigi, il secondo (1910) Bruxelles, il terzo (1913) Londra e il quarto (1923) Siviglia.

L'inaugurazione ebbe luogo il mattino del giorno 6, in forma solenne, nella Sala delle Statue del Castello Sforzesco, alla presenza di S. A. R. il Duca di Bergamo rappresentante S. M. il Re, sotto il cui patronato d'Onore si svolse il Convegno.

Nel pomeriggio dello stesso giorno, le due Sezioni del Congresso iniziarono i lavori in separata sede. Dal 6 all'8 furono esposte e discusse le conclusioni dei relatori generali sui diversi temi che qui di seguito indichiamo:

I SEZIONE: *Costruzione e Manutenzione.* — I questione. *Strade in calcestruzzo.* Progressi realizzati nell'impiego dei materiali per la costruzione delle strade in calcestruzzo cementizio.

II questione. *Strade utilizzanti il Bitume e l'Asfalto.* Qualità da esigersi per i materiali impiegati: Leganti-Aggregati.

III questione. *Normalizzazione delle prove* per l'accettazione dei seguenti materiali stradali: Catrame di carbon fossile, Bitumi, Asfalti.

II SEZIONE: *Circolazione ed esercizio.* — IV questione. *Statistica della Circolazione.* Ricerca di basi uniformi ed internazionali da adottarsi in tutti i paesi.

V questione. *Sviluppo e Sistemazione delle Città nell'interesse della Circolazione.* Progressi compiuti nella regolamentazione generale della circolazione nelle città.

VI questione. *Strade speciali riservate ai veicoli automobili* (*Autostrade*). Condizioni che giustificano la loro costruzione. Autorità competenti per decidere o controllare l'esecuzione. Finanziamento; contributo degli enti pubblici; pedaggi; regolamenti di circolazione ed esercizio; relazioni da stabilirsi fra la strada automobilistica e le altre strade pubbliche dal punto di vista della sicurezza e della continuità della circolazione generale.

Il 10 si tenne la seduta plenaria di chiusura. Le conclusioni elaborate nelle sedute delle Sezioni furono pressochè integralmente approvate.

È da ritenere che il futuro Congresso sarà tenuto negli Stati Uniti, secondando il desiderio di quella nazione.

Tra le manifestazioni sportive e tecniche che accompagnarono i lavori, occorre ricordare la visita alla Mostra della Strada, agli impianti tecnici e ai lavori stradali del Comune di Milano.

Accordo fra le Ferrovie dello Stato Svedesi ed una Compagnia di trasporti aerei.

Le ferrovie dello Stato Svedesi hanno recentemente concluso un accordo con la Compagnia di trasporti aerei che esercita la quasi totalità delle linee aeree in Svezia, allo scopo di assicurare la continuità del traffico delle merci fra le ferrovie e la navigazione aerea e di stabilire il collegamento — per mezzo di un certo numero di stazioni stabilite nell'accordo — tra le regioni non ancora servite dall'aviazione e le grandi linee aeree internazionali.

Le stazioni di partenza che, senza preliminare formalità da parte dello spedizioniere, concentreranno il traffico e lo consegneranno ai trasportatori aerei sono: Stoccolma, Göteborg, Norrkpong, Orebo e Malmoe; le stazioni di destinazione del traffico aereo internazionale sono Berlino, Amburgo, Amsterdam, Parigi e Londra.

È stata creata una polizza di carico speciale suggerita dai documenti in uso sulle ferrovie, ma di cui il testo varia in certi punti.

Il prezzo di trasporto è calcolato per chilogrammi e varia tra una corona per chilogrammo sino a Berlino ed Amburgo; una corona e 65 sino a Amsterdam, e due corone e 10 sino a Londra o Parigi. Il peso limite dei colli è stabilito a 100 chilogrammi, il loro volume ad otto decimetri cubi.

Tale accordo, che è il primo del genere concluso in Europa, vale fino al 31 dicembre del corrente anno.

Per la concessione di nuove ferrovie in Sardegna.

Con Regio Decreto-legge N. 1702 del 16 settembre 1926 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 13 ottobre c. a., n. 238), ritenuta la necessità urgente ed assoluta di procedere alla costruzione di nuove ferrovie in Sardegna, in relazione al programma di opere pubbliche in corso di esecuzione e alle esigenze della difesa militare e dello sviluppo economico e demografico dell'Isola, su proposta del Ministro dei Lavori Pubblici di concerto con il Ministro per le Finanze, è stato decretato che per le ferrovie da costruirsi in Sardegna, in base ai Regi decreti 6 novembre 1924, numero 1931, e 11 novembre 1924, n. 1932, sarà provveduto mediante concessione all'industria privata, comprendente anche l'esercizio delle nuove linee, le quali, salvo le deroghe stabilite dal decreto-legge stesso, saranno regolate dalle disposizioni legislative vigenti in materia.

Un successivo decreto Reale stabilirà il piano generale delle nuove ferrovie. Per la loro costruzione lo Stato corrisponderà in somma capitale ai rispettivi concessionari, in base a regolari certificati di avanzamento, l'importo percentuale dei relativi lavori, ragguagliato al preventivo di ciascuna linea, entro i limiti della spesa complessiva di L. 190.000.000.

Per coprire l'eventuale sbilancio di esercizio delle singole linee, ivi comprese le quote per il rinnovo del materiale d'armamento e del materiale rotabile e d'esercizio, lo Stato corrisponderà per ciascuna ferrovia una sovvenzione annua, per la durata massima di cinquanta anni, rimanendo in facoltà del Governo di determinare in un primo tempo l'importo della somma occorrente per la costruzione di ogni singola ferrovia e successivamente, sempre in sede di preventivo, la sovvenzione annua da attribuirsi all'esercizio.

Le somme da corrispondersi complessivamente per costruzione ed esercizio secondo il preventivo tenuto a base della concessione per ogni singola linea, riportate ad unica annualità per la durata di cinquanta anni, potranno eccedere il normale limite di L. 50.000 a chilometro. Gli enti locali saranno esonerati dal contributo di cui agli articoli 33 e 34 del testo unico delle disposizioni di legge per le ferrovie concesse all'industria privata, approvato con R. D. 9 maggio 1912, n. 1447.

Se risulterà ampliata la gestione dell'attuale rete delle ferrovie secondarie e complementari sarde, il Governo potrà unificare in tutto o in parte i patti di concessione delle vecchie e delle nuove linee, modificando, eventualmente, anche i criteri stabiliti nelle convenzioni in vigore per la revisione della sovvenzione annua di esercizio.

Proroga del termine di applicabilità delle vigenti norme in materia di concessioni ferroviarie e tranviarie.

Con Regio Decreto-Legge del 16 agosto 1926, n. 1595 (pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* del 21 settembre c. a., n. 219), è stato decretato che il termine di applicabilità per le norme vigenti in materia di concessioni ferroviarie e tranviarie, stabilito dai decreti-legge 23 febbraio 1919, n. 303; 23 gennaio 1921, n. 56; 6 febbraio 1923, n. 431; 23 maggio 1924, n. 996; 29 luglio 1925, n. 1509 e 31 dicembre 1925, n. 2525, in rapporto alla data di concessione delle linee, a decorrere dal 30 giugno 1926, sia prorogato sino a quando non siano emanate nuove disposizioni a modifica delle norme anzidette.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

Ventilatore elettrico per la messa in pressione di una locomotiva. (*Le Génie civil*, 24 luglio 1926, pag. 82).

L'apparecchio che segnaliamo è stato di recente adottato dalla Compagnia ferroviaria americana Baltimora e Ohio, dopo accurati studi, specialmente circa la convenienza economica in confronto dei ventilatori a vapore finora in uso nei depositi locomotive della Compagnia.

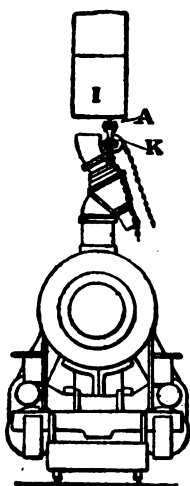



Fig. 1.

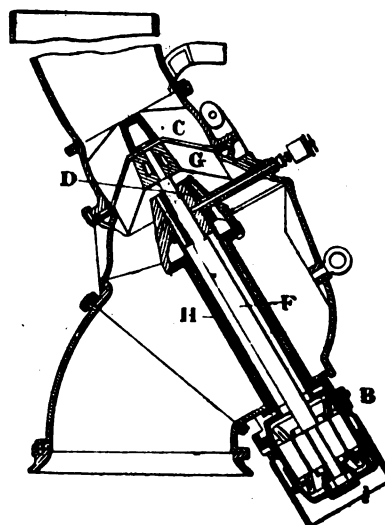



Fig. 2.

Il ventilatore viene sospeso a una guida A (vedi fig. 1), in maniera da potere essere posto al disopra del fumaiolo della locomotiva da mettere in pressione, ed al quale combacia perfettamente. Il ventilatore aspirante C — vedi fig. 2 — è azionato dal motore elettrico B, al quale è collegato mediante l'asse F. Il supporto D che, per essere interamente annegato nella corrente di fumo, potrebbe raggiungere temperature eccessive, viene refrigerato dalla corrente d'aria aspirata direttamente attraverso gli spazi tubulari H.

Con l'apparecchio descritto si è realizzata l'economia di 1,62 dollari per ogni operazione di messa in pressione; percentualmente, tale economia rappresenta circa il 96 % della spesa sostenuta anteriormente con i soffiatori a vapore.

La protezione delle condotte e dei serbatoi in cemento, per mezzo del silicato di soda. (*Le Génie Civil*, 24 luglio 1926, pag. 81).

Le conclusioni che esporremo vennero dedotte dallo studio, assai accurato e completo, compiuto recentemente dal Laboratorio Sperimentale degli Stabilimenti Kuhlmann, a proposito della protezione delle strade mediante l'impiego del silicato di soda. Si è constatato, infatti, che le soluzioni di silicati, e particolarmente del silicato di soda, induriscono i materiali sui quali si applicano; essendo tale azione dovuta principalmente alla silice messa in libertà nelle reazioni che si producono al contatto con i materiali da proteggersi. Tale azione è dapprima superficiale, ma poi si propaga in profondità, e viene ad accrescere l'azione dell'acido carbonico dell'aria. Naturalmente, tale azione varia a seconda della natura dei materiali e della loro porosità; ma si è visto che, variando opportunamente il tenore in silice del silicato, si può ottenere la penetrazione indispensabile all'indurimento.

Perciò anche le condotte e i serbatoi d'acqua, costruiti in cemento armato con materiali di buona qualità, possono essere protetti efficacemente mediante spalmature di silicato di soda. Si dovrà però determinare preventivamente il grado di permeabilità del cemento e dedurne quindi il valore più adatto del rapporto $\frac{S_1\ O^2}{Na^2\ O}$, che può variare in pratica da 2,9 a 3,7, nonchè la quantità di silicato da impiegare. Non bisogna dimenticare, infatti, che il potere adesivo, da cui dipende l'impermeabilizzazione per indurimento, se è funzione della quantità di silice abbandonata dal silicato, dipende anche dalla porosità dei materiali di proteggersi.

È infine utile notare che per il materiale così indurito non diminuisce, ma anzi probabilmente aumenta la resistenza specifica.

(B. S.) Cerniera a snodo in calcestruzzo o in pietra da taglio. (*Il Cemento Armato*, settembre 1926, pag. 107).

Riferendosi a un interessante studio dell'ing. Krebitz, l'ing. Bertolani si occupa delle cerniere a snodo in calcestruzzo o in pietra da taglio, che hanno avuto negli ultimi tempi sempre più vasta applicazione, dato il vantaggio che si ripromettono i tecnici dall'impiegare nella stessa costruzione *un solo* tipo di materiale, avente, quindi, un unico comportamento di fronte alle azioni esterne. Mancano finora cognizioni generali sulle sollecitazioni effettive a cui tali cerniere vengono cimentate in relazione alle loro dimensioni; e tale lacuna avevano cercato di colmare il Gesteschi e il Mörsch, le cui conclusioni, però, non soddisfano, poichè i due autori sono partiti da un presupposto teorico inesatto: a base del calcolo del punto di rottura hanno assunto la resistenza a tensione, che è difficilmente determinabile per i materiali presi in esame. Il Krebitz, invece, partendo unicamente dai dati di resistenza a compressione del materiale, e da ipotesi ed equazioni generalmente accettate, istituisce uno speciale sistema di calcolo, che per brevità non possiamo riportare, ma che è esposto per esteso nell'articolo citato.

A riprova delle relazioni finali ottenute, l'A. le ha paragonate ai risultati pratici delle esperienze eseguite da Bach su cubi di arenaria di Heilbronn; ed a quelli delle esperienze eseguite su varie coppie di cerniere in cemento armato: sulle cerniere di chiave e di imposta del ponte Weinzöttl, presso Graz, e sulle cerniere di chiave del ponte sulla Murz, a Brück.

Questo confronto riesce molto istruttivo su l'efficacia e le modalità dell'armatura nelle cerniere di cemento armato.

Ferrovie e agricoltura.

Le ferrovie possono contribuire notevolmente allo sviluppo agricolo delle regioni attraversate e, a loro volta, possono trovare in questo sviluppo una fonte importante di lavoro e di prosperità.

Dalla convenienza del reciproco aiuto, come anche dalle varie forme di organizzazione amministrativa e politica delle ferrovie nei vari paesi, nascono varie forme di interessamento e di collaborazione delle aziende ferroviarie per le attività agricole.

Notevole è l'esempio della Repubblica Argentina, dove lo Stato ha riservato a sé l'esercizio delle linee che devono essere esercitate in condizioni particolarmente difficili, in quanto hanno la funzione di porre in valore immensi territori incolti. È quindi naturale che le Ferrovie dello Stato in Argentina si interessino largamente dei molteplici problemi agricoli che sorgono per lo sviluppo delle regioni di loro competenza, come risulta dall'interessante e caratteristica rivista mensile che esse pubblicano: *Riel y fomento.*

Le nostre Ferrovie di Stato, già benemerite per iniziative agricole forse poco note, oggi si dedicano con grande impulso a queste attività, inserendole nel vasto quadro del *Dopolavoro.*

Un altro esempio degno d'esser conosciuto è quello della Compagnia francese Paris-Lyon-Méditerranée, la quale dal 1912 ha istituito uno speciale servizio agricolo, annesso al servizio commerciale, che oltre all'opera del personale della Società — fra il quale 5 ingegneri agronomi — si vale del concorso di noti studiosi di scienze agrarie e di pratici eminenti. Basti ricordare il prof. Roule per la piscicoltura; H. Hitier per la cerealicoltura e L. Loiseau per l'orticoltura.

Il fine che la Società si propone di raggiungere mediante questa organizzazione è di aumentare la produzione agraria del suolo nella zona servita dalla sua rete. Aumentare, s'intende, non solo nel senso della quantità ma anche producendo migliori qualità; anzi, i suoi massimi sforzi sono diretti ad ottenere pei singoli prodotti le varietà più ricercate ed apprezzate dai diversi mercati.

A questo scopo il programma di lavoro di detto servizio comprende due serie di studi distinti:

a) studi di ordine tecnico;

b) studi di ordine commerciale.

Gli studi di ordine tecnico si occupano, principalmente, dei seguenti problemi:

1° aumento delle superfici coltivate;

2° aumento delle produzioni unitarie;

3° economia nell'impiego della mano d'opera in relazione allo sviluppo dell'impiego di macchine ed attrezzi;

4° miglioramento delle industrie sussidiarie;

5° istruzione degli agricoltori.

Gli studi di ordine commerciale si occupano principalmente:

1° della ricerca di sbocchi per le merci;

2° di esposizioni, concorsi, ecc.;

3° del commercio delle primizie.

L'opera svolta in questi diversi campi dalla Compagnia francese P. L. M. è stata illustrata dal dott. Camparini nel periodico economico torinese *La Riforma Sociale*, numero doppio luglio-agosto 1926, pag. 384.

(B. S.) Locomotive tipo per le Ferrovie dello Stato germaniche. (*The Railway Engineer*, agosto 1926, pag. 279).

Fino a pochi anni or sono in Germania circolavano locomotive di moltissimi tipi e dimensioni. Ciò dipendeva principalmente dal fatto che, prima della rivoluzione, le amministrazioni delle ferrovie dei numerosi Stati Federali godevano di una grande indipendenza, sicchè variavano moltissimo i criteri di scelta e di approvvigionamento del materiale rotabile, e specialmente delle locomotive. Da vari anni, però, i costruttori di locomotive tedeschi stavano studiando, per incarico e con la cooperazione dell'amministrazione centrale delle Ferrovie dello Stato, il modo di unificare al massimo possibile i tipi di locomotive, specialmente allo scopo di restringere il fabbisogno

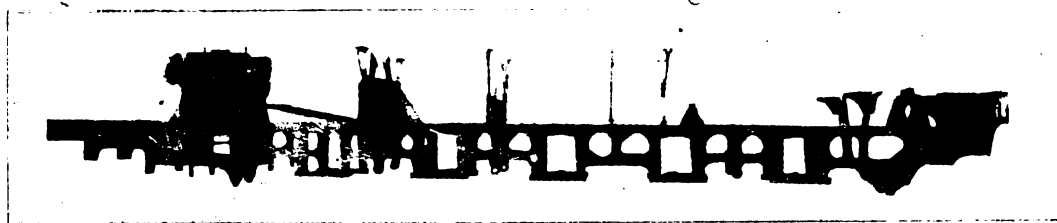



Fig. 1. — Telaio a barre della locomotiva 2-10-2, con il cilindro interno e sostegni della caldaia.

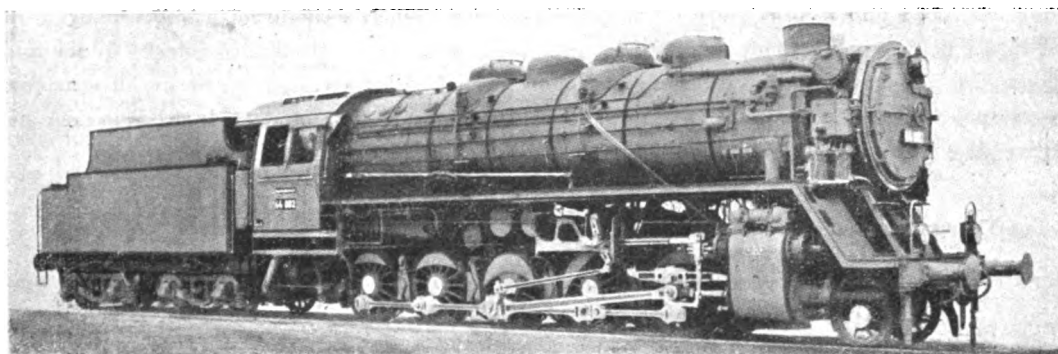



Fig. 2. — Nuova locomotiva standard 4-6-2 a quattro cilindri compound per treni diretti.

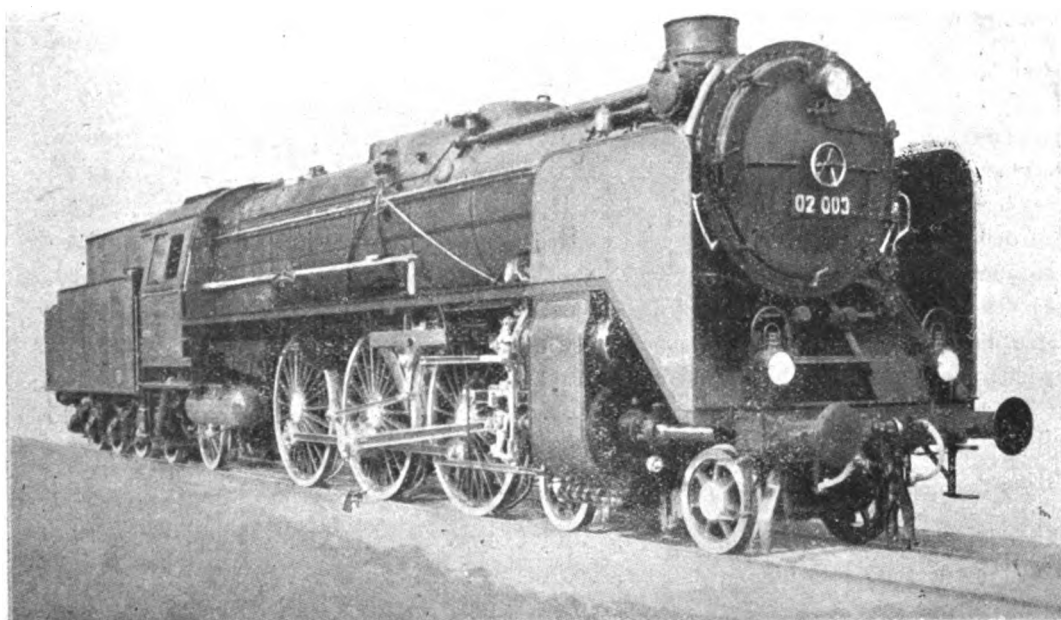



Fig. 3. — Nuova locomotiva standard 2-10-0 a tre cilindri a semplice espansione per treni merci pesanti.

di pezzi di ricambio; e si è giunti, recentemente, a stabilire due tipi di locomotive « standard »: una per treni diretti viaggiatori; l'altra per treni merci pesanti.

I nuovi tipi di locomotive hanno varie nuove caratteristiche, tra le quali importante è quella dei telai a barre (1) della grossezza di 100 mm.; sistema di telaio (vedi fig. 1) che verrà adottato per l'avvenire in tutte le locomotive in luogo di quello finora generalmente adoperato in Europa, costituito da lamiere da 25 a 30 mm. di spessore.

La locomotiva da treni diretti è del tipo Pacific (notazione 4-6-2), che viene costruita in due sottotipi: uno a due cilindri a semplice espansione; e uno a quattro cilindri compound, che è rappresentato nella fig. 2. Una delle principali caratteristiche di tale tipo di locomotiva *standard* è il massimo carico d'asse, che è stato portato da 17,5 a 20 tonn.

La locomotiva per treni merci ha pure due sotto-tipi, ambedue a semplice espansione: uno a due cilindri, e uno a tre cilindri; notazione comune: 2-10-0. Il secondo sottotipo (vedi fig. 3) rappresenta l'ultimo e più grande sviluppo in materia in Germania. Il cilindro interno è inclinato e aziona il secondo paio di ruote accoppiate, mentre i cilindri esterni sono orizzontali e azionano il terzo paio di ruote accoppiate. Nell'impossibilità di riportare la completa descrizione delle locomotive di cui trattasi, diamo alcuni dati e dimensioni principali per le due illustrate.

A) Locomotiva per treni diretti (fig. 2):

Cilindri 2 ad alta pressione: diametro			mm.	460
» 2 a bassa pressione: diametro			»	720
» corsa dello stantuffo			»	660
Ruote 6 accoppiate: diametro			»	2.000
» 4 del carrello »			»	850
» 2 portanti »			»	1.250
Base rigida			»	4.600
» totale			»	12.400
Pressione del vapore			Kg./cm.²	16
Superficie di riscaldamento: focolare	m.²	17		
tubi	»	221		
		—	m.²	238
Surriscaldatore			»	100
Preriscaldatore			»	13,4
Superficie di graticola			»	4,5
Peso della sola locomotiva in ordine di marcia			tonn.	111,5
Peso aderente			»	59,28
Peso della locomotiva e del tender, in ordine di marcia			»	175,56
Sforzo di trazione			Kg.	12.000
Capacità d'acqua del tender			tonn.	30
» di carbone			»	6,9

B) Locomotiva per treni merci (fig. 3):

Cilindri 3: diametro	mm.	584
» corsa dello stantuffo	»	660

(1) Per una precedente costruzione tedesca di locomotive con telai a barre, vedi questa Rivista, agosto 1923, pag. 72.

Superficie di riscaldamento totale	$m.^2$	218	
Surriscaldatore	»	92	
Superficie della graticola	»	4,33	
Pressione di esercizio	$Kg./cm.^2$	14	
Peso della sola locomotiva in assetto di marcia	tonn.	112	circa
Sforzo di trazione	Kg.	21.400	
Capacità d'acqua del tender	tonn.	31,8	
» di carbone del tender	»	10	circa

(B. S.) Locomotiva elettrica a dentiera per trasporti di coke. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 8 luglio 1926, pag. 790).

Nella miniera di Augusta Vittoria, in Germania, è stata costruita recentemente una rampa avente la pendenza del 140 ‰, che deve essere percorsa da carri speciali con scarico automatico destinati al trasporto del coke prodotto nelle nuove officine. Per rimorchiare tali carri è stato ritenuto conveniente adoperare esclusivamente locomotive elettriche a corrente trifase, che utiliz-

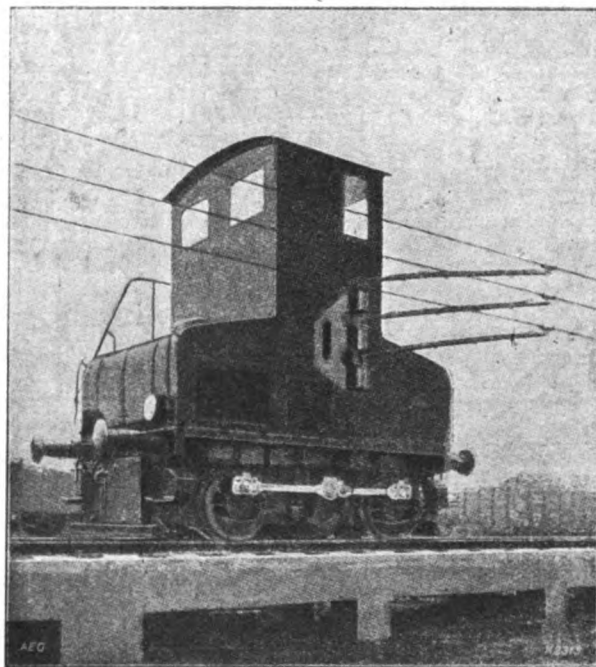



Fig. 1. — La locomotiva vista nel tratto piano della linea.

zano l'energia prodotta dalla centrale annessa all'officina stessa. Tali locomotive (vedi fig. 1), costruite dalla A. E. G., hanno due assi, pesano circa 16 tonn., e sono munite di ruote dentate che, per semplicità, sono state costruite dello stesso diametro delle ruote normali; ciò che è riuscito possibile dato che la linea non ha scambi, e quindi i denti delle ruote dentate possono anche essere più in basso della superficie di rotolamento della rotaia normale.

La dentiera è stata costruita secondo il sistema Abt, in base alla condizione che una parte dello sforzo di trazione venga sopportata dalle ruote ad aderenza. Le ruote dentate hanno 21 denti ciascuna, con un passo di 120 mm. Il diametro medio è di 802 mm. Per assicurare un'eguale

presa delle due corone dentate, queste sono mobili (assai limitatamente, s'intende) sul corpo delle ruote, lungo la circonferenza di queste, mediante il giuoco di molle.

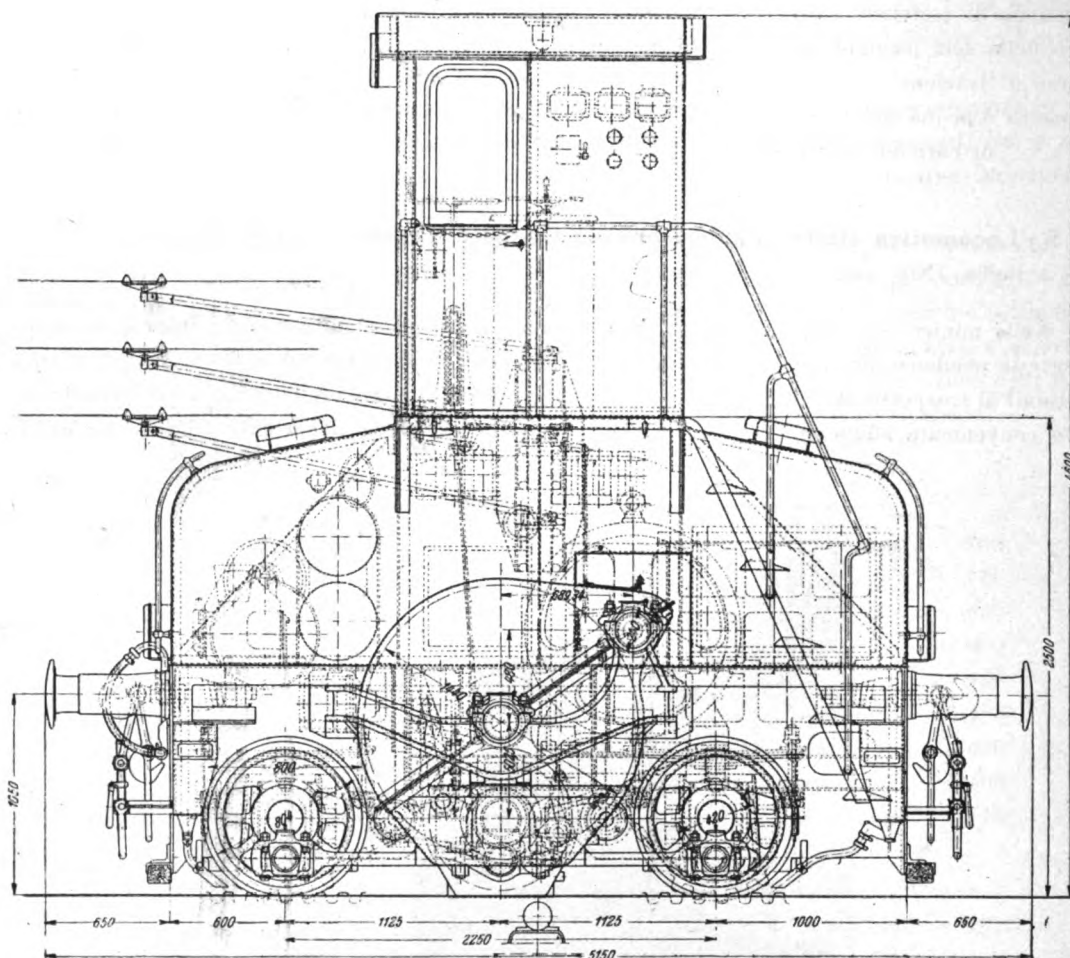



Fig. 2. — Vista e sezione longitudinali della locomotiva

- a = **Motore**
- b = **Controller**
- c = **Protezioni**
- d = **Resistenze**
- e = **Interruttore autom.tico a massima corrente**
- f = **Valvole**
- g = **Interruttore principale**
- h = **Voltmetro**
- i = **Amperometro**
- k = **Manopola delle valvole dei carri**
- l = **Manopola del freno**
- m = **Freno sul motore**
- n = **Serbatoio d'aria**
- o = **Separatore d'olio**
- p = **Recipiente del freno**
- q = **Compressore d'aria**
- r = **Freno a mano**
- s = **Regolatore di pressione**

Per quanto riguarda i freni, che vennero studiati con la massima cura, data la forte pendenza della linea, se ne hanno quattro tipi diversi. Normalmente agisce il freno ad aria compressa sulle ruote dentate ed anche sui carri del treno. Vi è poi un freno a mano che, in caso di mancato

funzionamento del primo freno, agisce pure sulle ruote dentate. In terzo luogo vi è un freno o pedale, che mediante ceppi ha effetto sul prolungamento interno dell'asse del motore. Finalmente la locomotiva può essere frenata anche elettricamente, facendo funzionare il motore da generatore; e con ciò si ottiene, come è ben noto, anche un ricupero di energia sulla linea.

Il motore, a corrente alternata trifase, alla tensione di 500 Volt e alla frequenza di 50 periodi

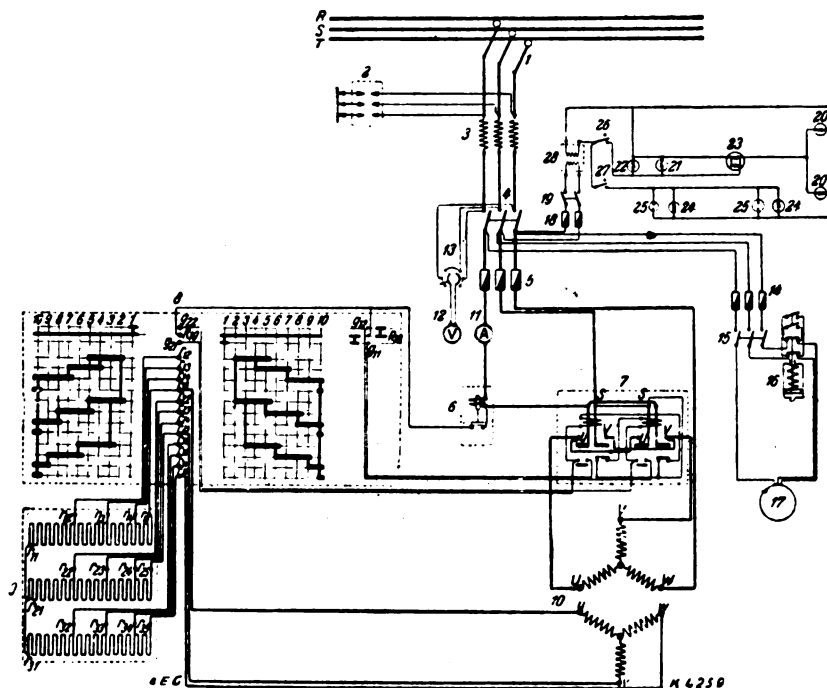



Fig. 3. — Schema delle connessioni

1 = Presa di corrente
2 = Scaricatore parafulmine
3 = Bobine d'induzione
4 = Interruttore principale
5 = Valvole
6 = Interruttore automatico a massima corrente
7 = Combinatore del controller
8 = Controller
9 = Resistenze
10 = Motore
11 = Amperometro
12 = Voltmetro
13 = Commutatore del voltmetro
14 = Valvole per il compressore d'aria
15 = Int rruttore per il compressore
16 = Regolatore di pressiore
17 = Compressore
18 = Valvole per l'impianto d'illuminazione
19 = Interruttore per l'impianto d'illuminazione
20, 21, 22, 23, 24 = Lampade
25 = Scatola per presa corrente
26, 27 = Interruttori per lampade
28 = Trasformatore per luce

ha la potenza di 185 KW, con la velocità di 735 giri al 1°. Esso è del tipo normale aperto, a spazzole permanentemente abbassate. La linea aerea di servizio è formata da tre conduttori nudi, che corrono, in uno stesso piano verticale, lungo la ferrovia; la presa di corrente è fatta mediante tre trolley separati.

Le fig. 2 e 3 dànno rispettivamente, di questa speciale locomotiva, la vista e la sezione longitudinale; la fig. 3 ne dà lo schema delle connessioni elettriche.

(B. S.) Un grande ferry-boat con motore ad olio pesante (1). (*La Technique Moderne*, 1 luglio 1926, pag. 414; *The Engineer*, 20 agosto 1926, pag. 187).

Le due provincie di Entre Rios e di Corrientes, nella Repubblica Argentina, erano prima isolate dalle province vicine, e particolarmente dalla capitale, dai corsi di due grandi fiumi, e in ispecie dal Paranà. Recentemente però la Compagnia ferroviaria dell'Entre Rios ha iniziato il servizio di *ferry-boats* attraverso il fiume Paranà; ciò che permette di far giungere viaggiatori e merci dalle due provincie a Buenos Aires senza trasbordo. Dapprima furono messi in servizio tre *ferry-boats* a vapore, di uguali dimensioni (m. 89 × 17) e capacità (32 carri a carrelli da 30 tonnellate, ovvero 12 carrozze viaggiatori e due bagagliai da 30 tonn.); ma di potenze variabili tra 750 e 2500 Cv. Ultimamente è stato posto in esercizio un *ferry-boats* a motore ad olio pesante, costruito in Inghilterra, e che si ritiene sia uno dei più grandi *ferry-boats* finora costruiti. Esso potrà coprire la distanza tra i due approdi (circa 80 km.) in circa 4 ore, e sarà capace di trasportare, su quattro binari, 33 carri di 40 tonn. ciascuno, oltre i passeggeri e il bagaglio. Le dimensioni principali dello scafo sono:

Lunghezza massima	m.	108,36
» al galleggiamento	»	102,10
Larghezza del ponte principale	»	17,53
» massima	»	18,16
Altezza della carena	»	6,02

Il macchinario comprende due motori gemelli, del tipo marino ad olio pesante, a sei cilindri, ognuno progettato per la potenza al freno di 700 Cv., alla velocità normale di 200 giri al 1'. Poichè il *ferry-boat* deve sottostare a un orario ferroviario, i motori sono stati muniti di iniettori di sovralimentazione, per permettere di ottenere una potenza dal 10 al 15 % superiore alla normale. Con ciò si può aumentare leggermente la velocità di regime, che è di 11,5 nodi. La coperta, sulla quale si trovano i posti per il capitano e gli uomini dell'equipaggio, è situata su un piano poggiato su lunghe colonne, in modo che i treni vi possono passare al disotto. Uno speciale serbatoio, posto innanzi alla sala macchine, può contenere all'incirca 100 tonn. di olio combustibile.

(1) Per le comunicazioni attraverso lo stretto di Messina le Ferrovie dello Stato italiane hanno in esercizio sin dall'ottobre 1924 un *ferry-boat* con 3 binari, capace di 20 carri serie F, costruito ed allestito nel R. Arsenale Militare marittimo di Taranto, equipaggiato con due motori Diesel forniti dalla Ditta « Franco Tosi » di Legnano.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

(3478) ROMA – GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, via Ennio Quirino Visconti, 13 A

ANNO XV – VOL. XXX – N. 5. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 NOVEMBRE 1926

Abbonamento annuo: Pel Regno L. 72; per l'Estero (U. P.) Dollari 4½. Un fascicolo separato rispettivamente L. 7,50 e L. 12,50

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato, all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato Superiore di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"

ROMA (20) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

Anno XV. - Vol. XXX. 15 novembre 1926 - N. 5

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

Impianti Idroelettrici di Bardonecchia
Diga di sbarramento del torrente Rochemolles

Redatto dall'ing. CIRO GRANDI
per incarico del Servizio Lavori delle FF. SS.

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, in esecuzione del D. L. n. 864 del 26 aprile 1917 per la rapida costruzione di impianti idroelettrici destinati alle esigenze belliche e successivamente all'elettrotrazione ferroviaria, progettò e costruì una centrale idroelettrica a Bardonecchia, utilizzando le acque dei torrenti Melezet e Rochemolles (v. fig. 1) (1).

Data l'urgenza dei lavori, l'impianto di captazione delle acque del Rochemolles venne fatto mediante una traversa provvisoria in legname, rimandando ad epoca succes-

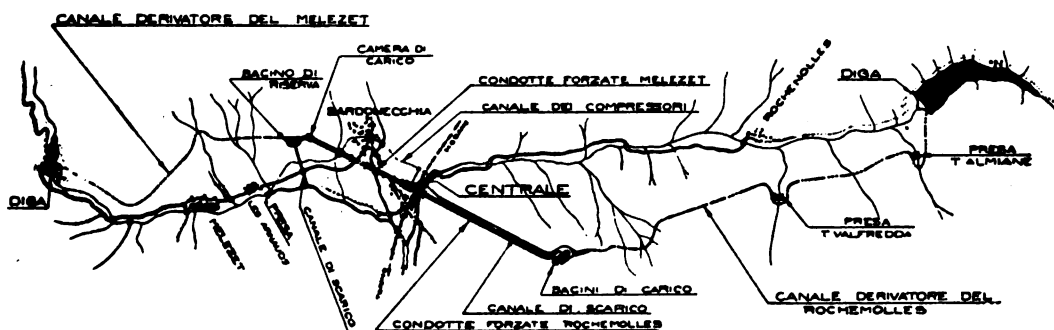



Fig. 1. — Corografia generale degli impianti di Bardonecchia

siva lo studio e la costruzione di una diga di sbarramento per la formazione di un bacino di riserva stagionale, capace di integrare le forti magre invernali del torrente.

A tale scopo fu prescelta la stretta di Sallarce immediatamente a valle della presa provvisoria e venne progettata la costruzione di una diga ad archi multipli. Un più diligente esame della località prescelta, situata a quota 1915 in fondo valle e soggetta alla precipitazione annuale di valanghe, consigliò poi di modificare il primitivo progetto adottando un tipo di diga meno vulnerabile alle azioni del gelo ed agli urti delle valanghe.

(1) Vedi questa Rivista, gennaio 1924, per l'articolo: Ing. G. SANTI, *Gli impianti idroelettrici di Bardonecchia delle Ferrovie dello Stato.*

Il nuovo tipo di diga prescelto fu quello con profilo triangolare a vani interni (vedi fig. 2) dell'altezza di m. 56,88 il quale, mentre presentava nella costruzione una sensibile economia in confronto del tipo a gravità, si presentava più adatto per le specifiche condizioni locali.

Fig. 2. — Diga a vani interni
Sezione sulla mezzerie di un vano

Se non che la Commissione Ministeriale per le dighe, costituita in seguito al disastro del Gleno, pur approvando nelle linee generali il tipo a vani interni, chiese che venisse riesaminato il progetto, modificando le ipotesi assunte per le sottopressioni e per la spinta dei ghiacci, suggerendo inoltre la opportunità di abbandonare il tipo prescelto per quello a gravità.

Per tener conto delle nuove ipotesi, si sarebbe dovuto aumentare sensibilmente la sezione della diga a vani interni e, conseguentemente, il suo volume. Fu deciso allora di abbandonare tale tipo progettando invece una diga a gravità (v. fig. 3), aumentandone contemporaneamente l'altezza di m. 5, ciò che consentiva di aumentare l'invaso da mc. 2.460.000 a mc. 3.500.000 mantenendo invariato il costo unitario dell'acqua invasata.

Metodiche misurazioni delle precipitazioni, instituite a Bardonecchia fin dal 1895, davano, per tale località (a quota 1300), una precipitazione media annua di m/m 1600. Tenendo conto della maggiore altitudine del bacino imbrifero a monte dello sbarramento, può ritenersi per esso una media di precipitazioni annue di circa mm. 1800, a cui cor-

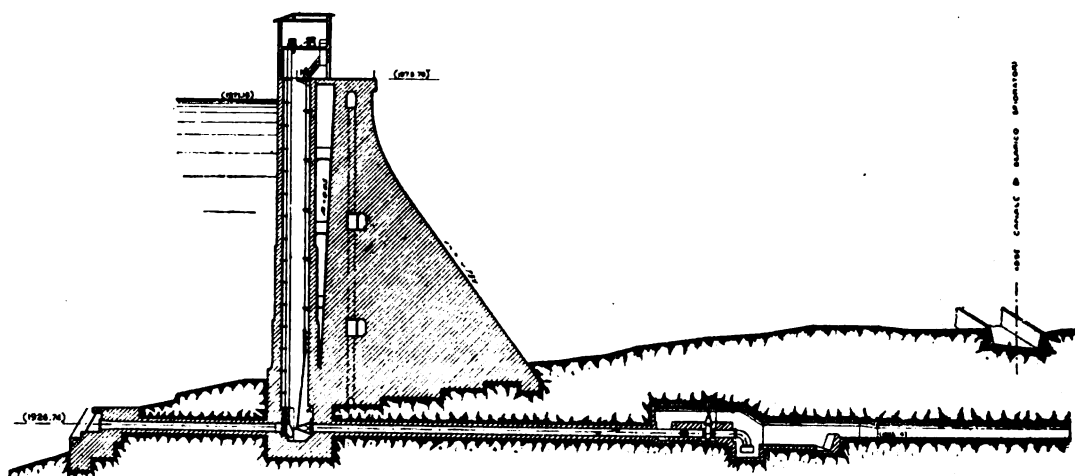



Fig. 3. — Sezione della diga in corrispondenza all'opere di presa

risponde un deflusso annuo per Kmq, di mc. 1.350.000, con un coefficiente di deflusso uguale a 0,75; e per l'intero bacino, di Kmq. 26, di un deflusso medio annuo globale di mc. 35.100.000.

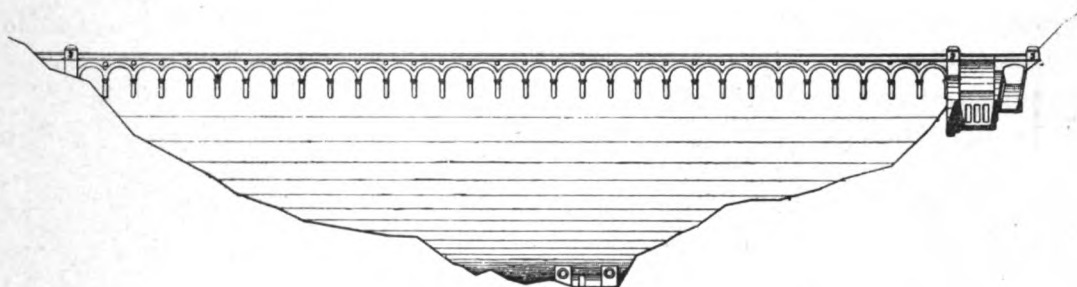



Fig. 4. — Diga a gravità. Prospetto a valle

Tali dati corrispondono assai da vicino al deflusso del T. Rochemolles desunto dai diagrammi delle portate del torrente stesso, ricavati con misure dirette decadali eseguite per circa 5 anni.

Resta quindi largamente assicurato il riempimento del bacino. L'esame dei diagrammi di portata mostrano inoltre che può farsi assegnamento sul riempimento del bacino

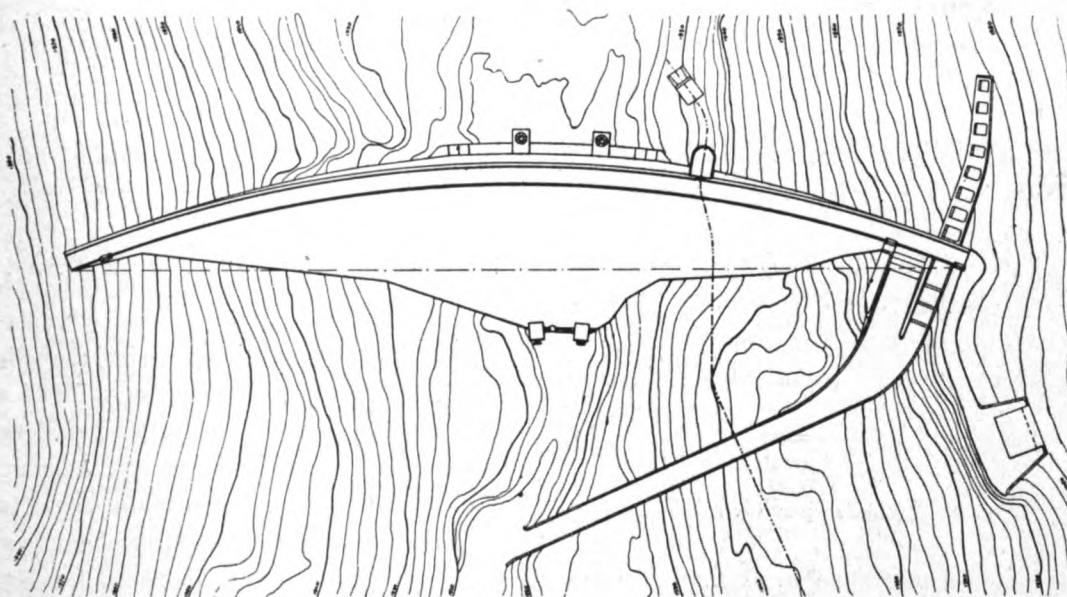
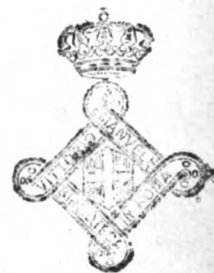



Fig. 5. — Diga a gravità. Planimetria della diga di Rochemolles

stesso almeno due volte all'anno, ciò che rappresenta una riserva annuale di circa 11 milioni di Kwh.

Le rocce formanti la valle del Rochemolles sono costituite da calcescisti con intercalazioni di straterelli calcitici, ricoperte da lievi spessori detritici. Numerosi sondaggi, uno dei quali spinto fino a m. 60 di profondità, hanno dimostrata la continuità e la compattezza della formazione rocciosa sulla quale si imposta la diga. I sondaggi hanno anche rivelato l'esistenza di acqua sotterranea di circolazione.

Essendo riuscita vana la determinazione dell'origine di tali acque mediante la colorazione, vennero fatte diligenti indagini comparative di temperatura, portata e di mineralizzazione, fra le acque sotterranee e quelle scorrenti in superficie. Tali indagini hanno portato a concludere che le acque sotterranee devono avere origine lontana, presentando i caratteri di acque a prolungata circolazione sotterranea, ciò che permette di escludere che possa trattarsi di risorgive della zona da sommergere.

La diga è stata calcolata supponendo l'esistenza di una spinta orizzontale di tonn. 20 a ml. alla quota di massimo invaso, dovuta all'azione del ghiaccio. Le densità delle murature e dell'acqua furono assunte rispettivamente di 2,3 e 1,02, desumendole da misurazioni dirette. Il coefficiente *m* per la determinazione delle sottopressioni fu preso uguale a 2/3.

Fig. 6. — Vomero per deviazione valanghe

La diga ha un andamento planimetrico curvilineo, con raggio di curvatura di m. 316. La massima altezza dell'opera risulta di m. 60 con una ritenuta massima di m. 56. La diga avrà uno sviluppo in sommità di circa m. 250 ed un volume di circa mc. 135.000.

I due paramenti a monte ed a valle hanno rispettivamente le inclinazioni di 0,05 e 0,739. Con tale profilo si hanno pressioni principali unitarie, nel paramento a monte ed a serbatoio vuoto, di poco inferiori a quelle risultanti nel paramento a valle ed a bacino invasato. La massima pressione unitaria risulta di circa Kg. 15 cmq.

La diga è costruita impiegando la sabbia e ghiaia del T. Rochemolles, integrate da materiale frantumato. Il dosaggio del calcestruzzo varia da 250 a 350 Kg. di cemento per mc. di beton, in relazione alle pressioni interne. Nel calcestruzzo vengono annegati blocchi di pietrame nella proporzione media del 10 %.

Un gabinetto installato in cantiere permette di sottoporre alle consuete prove regolamentari sia il cemento che i materiali lapidei che si impiegano. Giornalmente vengono anche fatte prove di schiacciamento su campioni di calcestruzzo prelevati dalle betoniere e, periodicamente, su campioni di beton asportati dalla diga.

Viene inoltre desunta giornalmente la curva granulometrica (parabola di Fuller) effettiva dei materiali sabbia e ghiaia, impiegata per determinare le integrazioni necessarie ad ottenere la curva teorica.

Il beton fluido viene distribuito con il sistema a torri e canali tipo Ransome.

Fig. 7. — Veduta generale del cantiere

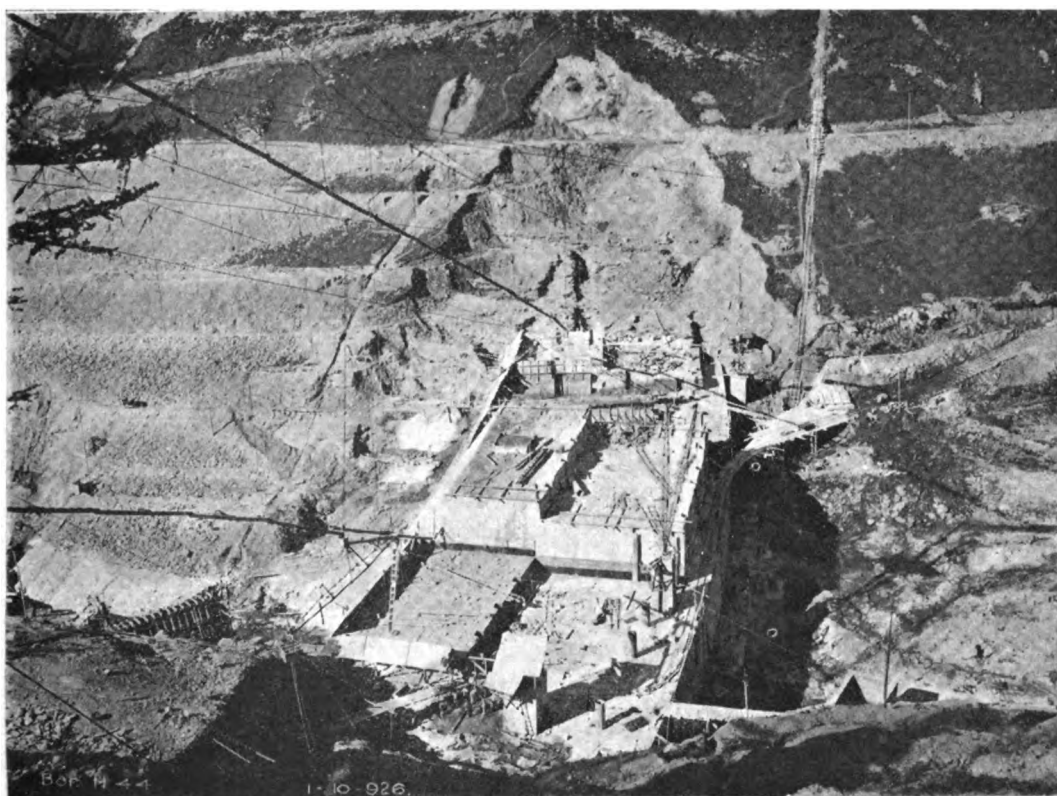



Fig. 8. — Veduta d'insieme della diga

* * *

Per opporsi all'azione delle sottopressioni sul piano di fondazione della diga è stato costruito un taglione a monte, nel fondo del quale sono state praticate numerose perforazioni spinte fino a m. 12 del taglione stesso ed attraverso le quali verrà iniettato cemento fluido a forte pressione per costituire un setto impermeabilizzato capace di interrompere le eventuali filtrazioni di acqua nel piano di fondazione stesso.

Per evitare poi permeazioni nel corpo della diga è previsto un sistema drenante costituito da pozzi verticali e gallerie orizzontali, in prossimità del paramento a monte,

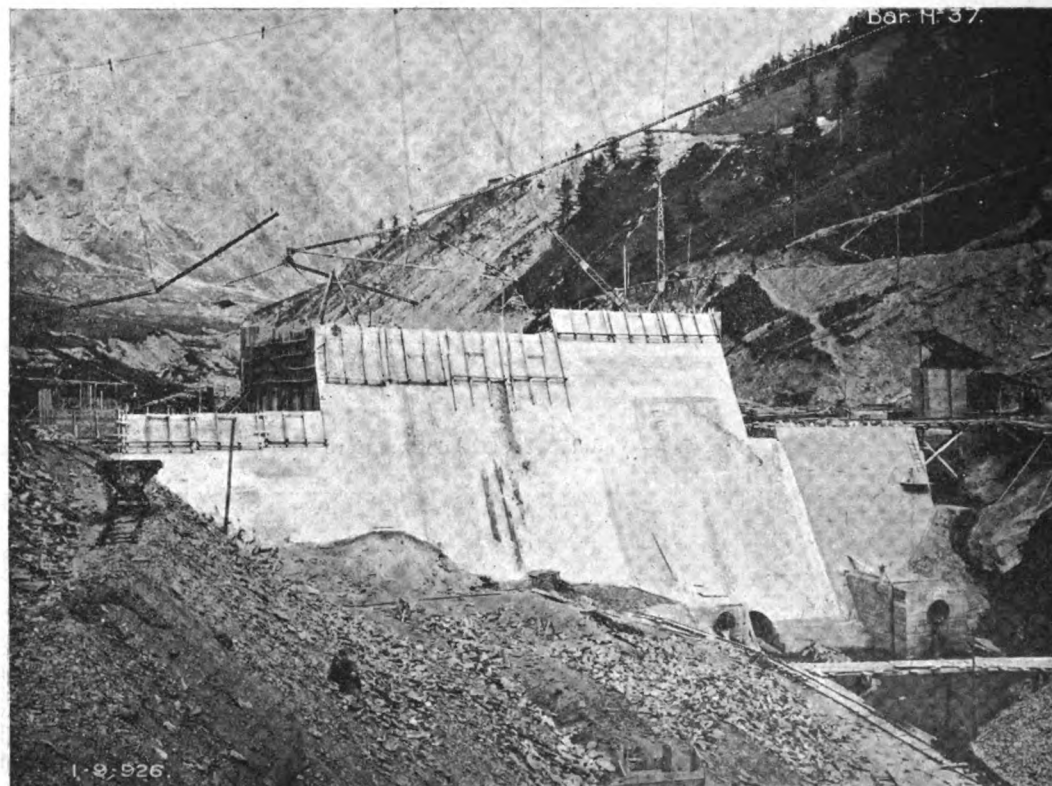



Fig. 9. — Diga vista da valle

dimensionati in modo da essere accessibili per l'ispezione interna dell'opera e per le eventuali riparazioni che dovessero rendersi in avvenire necessarie. È inoltre prevista la intonacatura del paramento a monte con « gunite » retinata.

Per facilitare le contrazioni e dilatazioni della diga dovute a cause termiche, si ricaveranno nel corpo di essa sei giunti trasversali, distanti circa m. 30 l'uno dall'altro ed attraversanti tutto il corpo dell'opera.

Tali giunti di contrazione sono costituiti da una intercapedine di circa 6 cm. ed in prossimità del paramento a monte si allargano in due successivi pozzetti destinati ad assicurare la perfetta chiusura dei giunti stessi, allorquando questa verrà praticata. La continuità della tenuta del paramento a monte, in corrispondenza dei giunti, è ottenuta mediante coprigiunti esterni formati con una lamiera di rame sagomata ed assicurata a ferri annegati nel calcestruzzo.

Nel corpo della diga saranno annegati 15 termometri a resistenza metallica (filo di nichelio) collegati elettricamente con una sorgente elettrica ed un galvanometro, i quali permetteranno di conoscere le variazioni interne di temperatura in relazione alle variazioni esterne e di seguire le variazioni termiche dovute al fenomeno chimico di presa delle malte.

Col sussidio degli elementi che verranno raccolti da tali misure sarà possibile di precisare, in avvenire, quando potranno essere chiusi i giunti di contrazione. Inoltre potranno anche servire a svelare eventuali permeazioni.

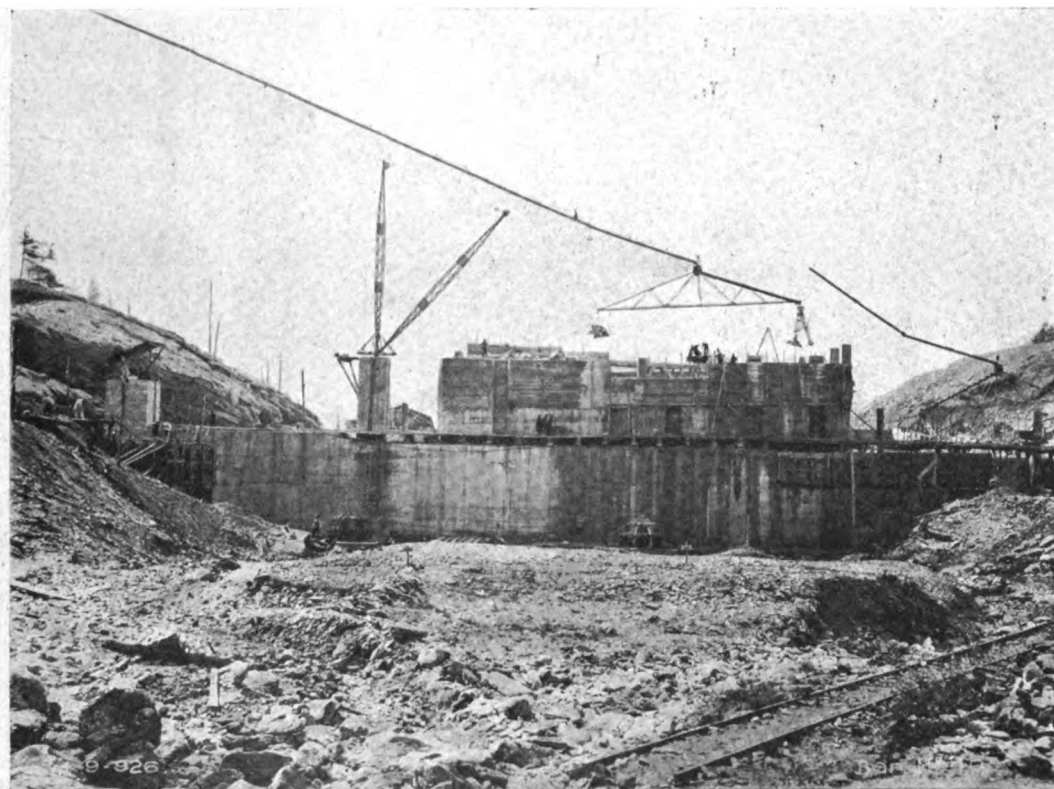



Fig. 10. — Diga vista da monte

La diga è munita di due scarichi di fondo costituiti da due tubazioni metalliche del diametro di mm. 1050, munite di paratoie piane in corrispondenza del paramento a monte. Per garantirne la manovra in ogni tempo, ed evitare nel contempo che i ghiacci possano deformare le aste di comando, queste sono state costruite con tubi metallici nel cui interno verranno installate delle resistenze elettriche di riscaldamento, capaci di impedire la formazione del ghiaccio intorno alle aste stesse.

Per la derivazione dell'acqua dal bacino è stata posta in opera una tubazione del diametro di mm. 1000 bloccata nella galleria provvisoria di derivazione.

In prossimità del paramento a monte la tubazione è interrotta per l'inserzione degli apparecchi di chiusura costituiti da una paratoia a clapet, da una paratoia piana ausiliaria e da una griglia a sacco. I tre meccanismi sono installati in una torre di manovra. Le manovre di essi e quelle degli scarichi di fondo verranno fatte mediante argani

elettrici con comando a distanza. Tali argani sono anche dotati di manovra sussidiaria a mano.

La galleria di derivazione, data la natura dei terreni attraversati, venne costruita per una derivazione a pelo libero. Conseguentemente si è dovuto predisporre un dispositivo tale da annullare la pressione dell'acqua derivata a serbatoio invasato. Ciò

Fig. 11. — Monte La Pelouse, con vomero

si è ottenuto mediante l'impiego di uno speciale ammortizzatore metallico posto al termine della breve condotta forzata, e di una successiva vasca di calma, atta a diminuire la velocità di efflusso dell'acqua.

Con opportuni stramazzi l'acqua viene infine immessa nella galleria a pelo libero, mentre uno sfioratore, inserito nella vasca di calma, evita che in ogni caso la galleria possa essere messa sotto carico.

L'ultima parte della condotta forzata è stata inoltre predisposta in modo da poter

eventualmente utilizzare la pressione dell'acqua per l'azionamento di un gruppo turbina-alternatore della potenza di circa HP 200.

Per lo scarico delle acque di piena verrà costruito uno sfioratore a pozzi capace di smaltire un volume di mc. 50 al secondo con una lama stramazzante di cm. 47, avendo ammesso un coefficiente di riduzione della portata $\mu = 0{,}37$ per tener conto delle contrazioni che si produrranno lungo il perimetro dei pozzi stessi.

Verrà inoltre costruita una batteria di 3 sifoni, autoadescatori capaci di scaricare complessivamente una portata di mc. 80 al secondo. La portata complessiva degli scarichi

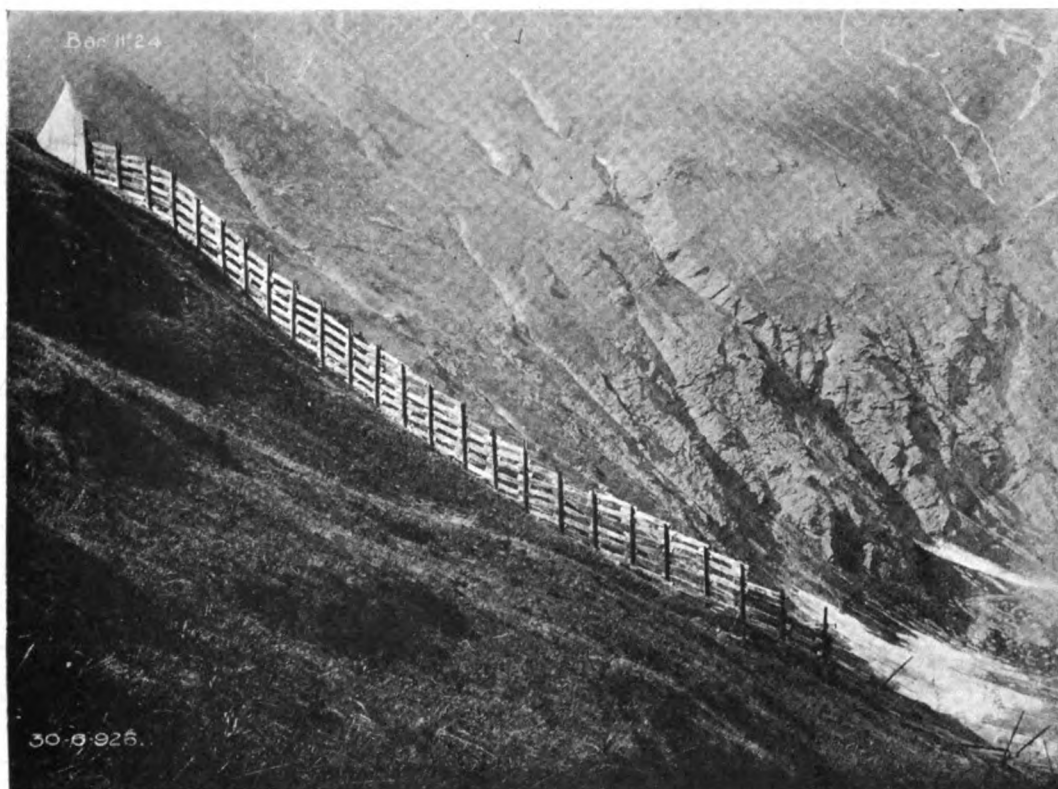



Fig. 12. — Vomero frangi valanghe

superficiali risulta quindi di mc. 130 al secondo. Tale portata è stata adottata in relazione alla massima piena probabile, desunta con la formula

$$Q = 0{,}93 \times 27 \sqrt{F} = 0{,}93 \times 27 \sqrt{26} = 130 \text{ mc. al secondo}$$

nella quale F è la superficie del bacino imbrifero espressa im kmq.; 27 un coefficiente fisso e 0,93 il coefficiente di deflusso assunto elevatissimo per tener conto delle condizioni del terreno, quasi interamente privo di vegetazione ed in gran parte costituito da rocce nude ed a fortissima pendenza.

Per misura prudenziale non è stato tenuto conto della capacità complessiva di svaso dei due scarichi di fondo e dell'opera di presa, i quali, a bacino pieno, possono complessivamente scaricare circa 40 mc. al secondo.

* * *

Un altro problema si è dovuto risolvere nella esecuzione dell'opera: proteggerla dall'investimento delle valanghe.

La sponda destra della stretta in cui è impostata la diga è costituita dal monte La Pelouse ed è formata da una falda erbosa, con uno sviluppo in altezza superiore alla diga di circa m. 1000 e con forte pendenza.

Da questa falda di staccano annualmente valanghe voluminose.

Scartata l'idea, perchè inattuabile, di tentare di mantenere in posto la neve, è stato deciso di costruire dei ripari atti a frangere e deviare le valanghe stesse.

Ciò si è ottenuto mediante la costruzione di alti vomeri col vertice costituito da un grosso sperone di calcestruzzo di cemento e con le ali formate da traverse e rotaie (fig. 6).

Tali vomeri, disposti a diverse altezze, serviranno a suddividere la valanga, convogliandola poi a valle ed a monte della diga.

* * *

Ultimo provvedimento in corso di esecuzione è la costruzione di briglie per trattenere il materiale solido, che verrebbe altrimenti convogliato nel bacino, sia dal T. Rochemolles, sia dai rivi laterali che in esso si scaricano.

* * *

Attualmente il volume della parte costruita della diga raggiunge i mc. 40.000 circa (vedere figure da 7 a 12): restano quindi da gettare ancora mc. 95.000 di calcestruzzo, per il che saranno necessarie le campagne lavorative estive degli anni 1927 e 1928.

La ripartizione della esportazione mondiale delle rotaie (1).

Il ministro del Commercio di Washington ha pubblicato recentemente una interessante statistica sulla ripartizione del commercio mondiale coll'estero per quanto riguarda le rotaie ferroviarie.

Secondo i dati riportati, la Germania occupa, nel 1925, il primo posto con una esportazione annua di 288.272 tonnellate, di cui 3/8 destinate agli Stati europei.

La Germania, del resto, predomina sul mercato sud-americano e asiatico. Al secondo posto trovasi la Francia con una esportazione di 237.002 tonnellate, di cui 2/3 vendute sul mercato europeo. L'Inghilterra, la cui esportazione è computata in 217.196 tonnellate, primeggia in Africa ed in Australia.

L'esportazione americana in fatto di rotaie, ammontante a 151.690 tonnellate, occupa il quinto posto, dopo il Belgio che ne esporta per 168.332 tonnellate.

(1) Circa la produzione mondiale di rotaie per ferrovie prima della guerra, dal 1870 al 1912, vedi questa Rivista, maggio 1918, pag. 202.

Appunti sui criteri di compilazione dell'orario tipo per la trazione a vapore dei treni merci rapidi

(Redatto dall'Ing. GUIDO CORBELLINI per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle Ferrovie dello Stato).

Quando è possibile raccogliere in determinate stazioni di smistamento una sufficiente quantità di carri completi, tutti destinati ad una successiva stazione di smistamento od oltre, è evidentemente opportuno effettuare il trasporto stesso nella maniera più economica e più rapida possibile. Ciò si è realizzato recentemente anche nella nostra Rete di Stato con l'istituzione, in un primo tempo sperimentale e poi di esteso servizio corrente, dei treni merci rapidi a lungo percorso (1).

Si riassumono nella presente i concetti fondamentali di trazione che debbono servire di guida per la scelta del *treno tipo* all'uopo necessario, su di una determinata linea con locomotiva a vapore pure di tipo determinato: concetti generalmente noti a chi tratta quotidianamente lo speciale ed importante argomento della razionale utilizzazione delle locomotive, che è cardine dell'economia e regolarità dei trasporti, ma che è sempre utile che non siano trascurati anche dagli ingegneri ferroviari addetti all'esercizio dei treni.

* * *

È ben nota la necessità che tutti i treni, per riuscire economici dal punto di vista delle spese di trazione, debbono essere composti con un carico corrispondente, per una determinata velocità di piena corsa e su di una linea determinata, alle condizioni di migliore rendimento della macchina-locomotiva: carico comunemente da noi denominato *prestazione* della locomotiva stessa.

Inoltre sulla economia delle spese di trazione influiscono anche in modo diretto ed evidente, a parità di altre condizioni, il tipo costruttivo della locomotiva adoperata: con macchine più perfette e potenti si hanno delle spese di trazione, per unità di carico trasportato con treni a prestazione completa, inferiori di quelle che si ottengono con locomotive antiche e di limitata potenza.

Ma nei trasporti in genere ed in quelli merci in ispecie, le economie più grandi e più facili ad ottenere con sicurezza si riscontrano nella riduzione di tutti gli *sperperi di trazione* che si verificano nell'esercizio corrente in misura grandissima, sull'entità della quale non è sempre riportata in modo adeguato l'attenzione dei dirigenti dell'esercizio: sperperi di energia generalmente dipendenti da frequenti e non necessarie fermate e soste dei treni che portano ad una riduzione della percorrenza giornaliera della locomotiva, ad una

(1) Cfr. *Esperimenti sulle Ferrovie dello Stato per l'economia di combustibile sui trasporti merci*, in *Rivista delle Comunicazioni Ferroviarie*, 1° aprile 1925, n. 7, pag. 24; *I nuovi treni merci rapidi sulle Ferrovie dello Stato*, in *Rivista delle Comunicazioni Ferroviarie*, 15 aprile 1926, n. 8, pag. 13 e segg. Ing. DE STEFANI.

minore utilizzazione del materiale e del personale, ad un rilevante maggiore consumo di combustibile per avviamenti, stazionamenti, manovre, ecc.

Senza entrare in computi, del resto assai facili e brevi, si nota subito che il *costo di una fermata di un treno* (1) è costituito in modo preponderante dallo sperpero di forza viva propria del treno stesso e che si trasforma in calore nei ceppi del freno.

Tale sperpero, a parità di altri elementi, è proporzionale al quadrato della velocità di piena corsa del treno. Si aggiunge ad esso il maggior consumo di ceppi da freno e di cerchioni dei rotabili, nonchè la sollecitazione di frenatura al binario di corsa che rimane da ciò più affaticato. Allo sperpero di energia della fermata, per la trazione a vapore, si somma poi lo sperpero *di sosta* costituito dal consumo di combustibile necessario ad essa, dall'alterazione profonda del regime di combustione nel fornello e nel funzionamento del generatore di vapore che avviene ad ogni chiusura di regolatore, dal raffreddaento delle pareti nocive dei cilindri motori durante la marcia a regolatore chiuso, ecc.

Queste condizioni di alterazione nel funzionamento della macchina locomotiva si ripercuotono direttamente nella successiva fase di avviamento del treno, necessaria per ripristinare l'energia dissipata durante la precedente frenatura, e che si inizia in condizioni sfavorevoli e quindi a bassissimo rendimento, sia per lo stato del fuoco nel fornello, per la temperatura dei prodotti della combustione, per le pareti parzialmente raffreddate dei cilindri motori e dei tubi di introduzione, che per l'anormale affaticamento iniziale della macchina che deve lavorare al limite di aderenza con probabilità di slittamenti e a bassa velocità angolare con elevati gradi di introduzione e forti colpi di scappamento per realizzare lo sforzo acceleratore necessario alla ripresa (entro un limite di *tempo d'avviamento* determinato dagli orari con opportuni perditempi) della velocità di piena corsa stabilita in relazione al tracciato della linea ed al tipo di treno effettuato. In tale fase di lavoro di avviamento, generalmente la pressione della caldaia, già in precedenza al valore massimo, diminuisce sensibilmente per poi risalire gradatamente al valore di regime abbassando il rendimento globale della locomotiva durante tutto il periodo stesso (2).

Le condizioni poi peggiorano quando l'avviamento si effettua su punti caratteristici della linea per acclività o resistenza delle curve e che invece potevano essere molto economicamente superati *con slancio* e cioè utilizzando parte della forza viva del treno in precedenza accumulata.

Al riguardo di quanto si è detto, la nostra Amministrazione ha raccolto degli abbondanti dati sperimentali che permettono di tener conto quantitativamente di ognuna delle condizioni di cui sopra con coefficienti opportuni. A titolo di esempio si possono brevemente e parzialmente illustrare quelli ottenuti recentemente in una lunga campagna dinamometrica svolta sulla Bologna-Rogoredo (Km. 208) per esperimenti comparativi con diversi tipi di preriscaldatori d'acqua di alimentazione (3) e che si riferiscono ad avviamenti di treni merci su linee pianeggianti.

---

(1) Cfr. *Il costo di una fermata di un treno*, in *Die Lokomotive*, marzo 1923; *Percorrenza oraria e consumo d'energia nella trazione con fermate frequenti*, ing. BELLONI, in *L'Elettrotecnica*, 15 dicembre 1925, pag. 859 a 861.

(2) Di tale condizione fu esaminata la portata pratica nello studio sui *Preriscaldatori dell'acqua di alimentazione*. Cfr. questa Rivista, anno XV, n. 4, aprile 1926.

(3) Cfr. Questa Rivista: *Esperimenti con preriscaldatori d'acqua per locomotive*, parte I^a e II^a, anno XV, n. 4, aprile 1926; n. 5, maggio 1926.

Durante tale campagna fu necessario effettuare due serie di prove a velocità commerciale pressocchè uguale e con affaticamento medio della locomotiva comparabile; ma la prima serie, con una sola fermata a Parma per rifornitura d'acqua alla locomotiva, e quindi con una distanza media tra due arresti di circa Km. 104 e la seconda con fermate a tutte le stazioni e con una distanza media tra due arresti di circa Km. 6,7.

Si riportano nel seguente prospetto i dati sperimentali medi caratteristici che possono servire per illustrare il problema e che sono ricavati da quelli pubblicati nella prima tabella della tav. XII del fascicolo n. 5, 1926 di questa Rivista. Si ricorda che i dati riportati sono dedotti coi metodi usualmente adottati in misure dinamometriche dalle Ferrovie Italiane dello Stato (1).

Loc. 740.440 = Linea Bologna-Rogoredo.

	Treni con tutte le fermate	Treni merci rapidi
Peso medio rimorchiato	Tonn. 510	Tonn. 802
Velocità media di corsa	Km.-ora 40.2	Km.-ora 42.6
Lavoro sviluppato al gancio di trazione del tender	Kgm. 508.720×10^3	Kgm. 559.720×10^3
Lavoro totale effettivo alla periferia delle ruote motrici della locomotiva	HP-ora 2360	HP-ora 2480
Idem. espresso in Etto Tonnellate Km. virtuali di treno completo (cioè inclusa la locomotiva)	149.990	211.448
Potenza media effettiva alla periferia delle ruote motrici durante la marcia a regolatore aperto	HP_e 458	HP_e 496
Consumo di carbone per HP_u al gancio del tender	Kg. 1.74	Kg. 1.555
Consumo di carbone per HP_e-ora	» 1.400	» 1.338
Idem, per T.K.V.T.C.	» 0.0220	» 0.0158

Si osserva subito dal prospetto che, per ogni tonnellata rimorchiata durante tutto il tragitto, è stato effettuato un lavoro al gancio del tender della locomotiva di

$$\text{Kgm.}\ \frac{508.720 \times 10^3}{510} = \text{Kgm, } 995 \times 10^3 \text{ per il treno avente tutte le fermate;}$$

e di

$$\text{Kgm.}\ \frac{559.720 \times 10^3}{802} = \text{Kgm. } 695 \times 10^3 \text{ per il treno merci rapido}$$

con un maggior lavoro percentuale, nel primo caso rispetto al secondo, del

$$100\ \frac{995 - 695}{695} = 43.3\ \%$$

che rappresenta approssimativamente lo *sperpero di forza viva* per tutte le fermate effettuate, ove si prescinda dalla lieve differenza tra le velocità medie di marcia dei due tipi di treno e non tenendo conto del maggior lavoro richiesto per il rimorchio della locomotiva.

(1) Cfr. Questa Rivista — *Mezzi e metodi*, etc. — anno XII, n. 3-4 del 15 ottobre 1923.

Se si vuole valutare con quale minore rendimento tale lavoro di avviamento è stato sviluppato, nell'ipotesi che per un trasporto economico nelle condizioni di orario, di locomotiva e di carico rimorchiato nell'esperimento il minimo consumo di carbone per cavallo effettivo ora sia quello del treno merci rapido e cioè di kg. 1,333, si ha evidentemente che il consumo di carbone per unità di lavoro di avviamento è dato da

$$1,333 \; \frac{2430}{802} + x \left(\frac{2360}{510} - \frac{2430}{802} \right) = 1,40 . \; \frac{2360}{510}$$

da cui

$$x = \text{Kg. } 1,545$$

e quindi il maggior costo percentuale per unità di lavoro di avviamento, nel caso che ci interessa coi treni in esperimento, è stato approssimativamente del

$$100 \; \frac{1,545 - 1,333}{1,333} = 15.8 \; \%.$$

Naturalmente, variando i valori delle accelerazioni di avviamento, la velocità di piena corsa del treno, il tracciato altimetrico e planimetrico della linea dove l'avviamento si effettua, il maggior costo percentuale della unità di lavoro di avviamento rispetto alla stessa unità ottenuta in piena corsa varierà, mantenendosi però sempre dell'ordine di grandezza di quella ora ricavata.

Nei vari servizi merci della nostra rete si può ritenere che tale maggior costo del lavoro di avviamento, rispetto a quello del regime di piena corsa, sia mediamente compreso tra il 12% e il 20%.

Sotto questo punto di vista perciò la strada da seguire viene nettamente indicata dall'esperienza: bisogna diminuire, a pari distanza del trasporto, il lavoro di trazione totale riducendo al minimo quello, assai costoso, di avviamento, cioè *bisogna che, dove è possibile, i trasporti per merci siano effettuati con il minor numero di fermate compatibile con le strette esigenze del servizio.*

Ma a quale velocità di piena corsa è conveniente che tali trasporti siano effettuati?

È noto che la velocità costa. Una idea della variazione del costo della velocità è data subito dalle formule generalmente adottate per la determinazione della resistenza dei treni. Le più moderne ed accettate sono formule che stabiliscono la resistenza unitaria alla trazione come *funzione cubica della velocità* (1).

Ma i parametri di simili formule sono tali che a velocità basse la resistenza alla trazione che ne risulta può praticamente ritenersi variabile a forma lineare; a medie velocità a forma quadratica e solo ad elevate velocità a forma cubica. Ecco quindi la opportunità di scegliere una velocità bassa, ma non eccessivamente bassa, perchè allora la potenzialità della linea ne verrebbe diminuita, poichè oltre ad un certo limite l'aumento di peso ottenuto con ogni treno effettuato a bassa velocità in confronto di quello rimorchiabile a velocità maggiore, non compensa la diminuzione del numero di

(1) Cfr. *Mezzi e metodi di esperimento*, ecc., in questa Rivista, 15 settembre e 15 ottobre 1923, pag. 168 e segg.

treni che è possibile far transitare nell'unità di tempo sulla stessa linea: in definitiva il numero totale di tonnellate trasportabili giornalmente ne verrebbe diminuito (1).

Inoltre le bassissime velocità che, per essere economiche, richiedono treni di peso elevato e quindi lunghissimi, non sono consigliabili anche per non avere un basso sfruttamento della locomotiva per ragioni essenzialmente dovute alla limitazione del carico imposto dallo sforzo aderente.

Per la scelta della velocità più propria di un trasporto deve tenersi conto anche *delle spese di personale addetto alla frenatura del treno*, dalle quali non è possibile prescindere pei treni merci che nella nostra rete sono ancora tutti provvisti di freno a mano. Le tabelle di frenatura dei treni danno rapporti di peso (o di assi) frenati rispetto al peso (od assi) del treno (esclusa o compresa la locomotiva secondo le diverse amministrazioni) che diminuiscono, per una stessa linea, con la diminuizione della velocità. Anche in questo caso la curva dei rapporti di frenatura è una curva che, a parità di altri elementi, teoricamente diminuisce con il quadrato della velocità di piena corsa, fino ad un minimo da non oltrepassarsi e che ha come limite (con opportuni margini di sicurezza) il valore del rapporto del peso, o assi frenati rispetto al peso o assi totali, necessario per impedire alla colonna o a parte di essa nelle condizioni più sfavorevoli, una volta fermata su di una salita nello spazio regolamentare, di retrocedere nel senso opposto per gravità.

Le velocità alte non sono quindi, nemmeno in questo caso, convenienti; per le ragioni precedentemente accennate non sono consigliabili nemmeno le velocità bassissime. Si deve quindi far cadere la scelta su delle *velocità medie in piena corsa* che per le nostre linee pianeggianti possono essere comprese tra i 45 e i 50 km.-ora, opportunamente diminuite nei tratti acclivi per mantenere il più possibilmente invariato il carico rimorchiabile a pari potenza sviluppata dalla locomotiva (2).

Le locomotive più economiche per il rimorchio dei treni merci a tali velocità di piena corsa, sono quelle che possono raggiungerla con una velocità angolare del meccanismo corrispondente al loro maggior rendimento e che per le nostre locomotive moderne da merci con distributori cilindrici a doppia espansione a vapore saturo oppure a semplice espansione e a vapore surriscaldato, è generalmente assai prossima ai 3 giri di ruota al minuto secondo. A tale velocità angolare il rendimento del meccanismo, specialmente in relazione ai fenomeni secondari di trasmissione termica delle pareti dei cilindri, è il massimo raggiungibile, mentre la potenzialità di vaporizzazione della caldaia permette di realizzare degli sforzi di trazione sufficientemente elevati per utilizzare completamente o quasi il peso aderente disponibile sugli assi accoppiati.

Per avere la velocità di piena corsa di 45 a 50 km.-ora, con tre giri di ruota al minuto secondo, il diametro delle ruote motrici delle locomotive per merci sarà in conse-

---

(1) Si nota che questo concetto è strettamente collegato con quello su cui si basa il *calcolo della potenzialità di una linea* in funzione dei mezzi di trazione con cui essa viene esercitata.

(2) Recentemente nelle Ferrovie Germaniche i treni merci hanno aumentato la loro velocità di piena corsa fino a 60 Km.-ora (cfr. questa Rivista del 15 febbraio 1926, pag. 64). Giova però ricordare che ormai su tutto il parco merci delle Reti ferroviarie tedesche è fatta l'applicazione del freno automatico e moderabile ad aria compressa Kunze-Knorr (cfr. questa Rivista del 15 luglio 1925, ing. LUIGI GREPPI, *Sull'applicazione del freno continuo ai treni merci*, pag. 7 a 23) e quindi l'aumento della velocità non ha apportato praticamente nessuna maggiore spesa di personale per la frenatura dei treni.

guenza compreso tra m/m 1320 e m/m 1470; e le locomotive stesse avranno un rodiggio di schema tale da permettere una velocità angolare massima di almeno 4 giri a minuto secondo, a cui corrisponde, coi diametri delle ruote sopra indicati, una velocità massima di piena corsa di circa km.-ora 60 a 65; velocità con cui possono aversi dei sufficienti margini di ricupero coi quali potere in breve tempo eliminare gli eventuali ritardi maturati dai trasporti, sempre ove lo consentano i vincoli imposti alla velocità dalle condizioni speciali della linea, da quelle di frenatura del treno e dal tipo di veicoli rimorchiati.

A tali condizioni soddisfano tutti i tipi più noti e più moderni delle locomotive del nostro parco utilizzate per merci, aventi quattro assi accoppiati ed un asse portante (o bissel anteriore) di guida (1) generalmente del tipo « Consolidation », non escludendo però che possono essere utilizzati anche altri tipi.

* * *

Per evitare che si debbano fare fermate frequenti ai treni merci rapidi a lungo percorso bisogna che l'autonomia di acqua della locomotiva tra due rifornimenti successivi sia notevole ed adeguata allo scopo.

Per locomotive a vapore saturo a doppia espansione e a distributori cilindrici, di potenza normale da 900 a 1000 HP effettivi, utilizzate per merci con carico completo o quasi e senza troppe fermate, si può prevedere un consumo d'acqua, più volte controllato in prove dinamometriche e misurato al lordo dei disperdimenti e consumi accessorî (pompa del freno ad aria o eiettore, soffiante, bagnacarbone, ecc.) da Kg. 12 a Kg. 13 per HP-ora effettivo alla periferia delle ruote motrici e secondo la livelletta della linea; il valore più basso per linee pianeggianti, il più alto per linee acclivi.

Loc. Grº	Schema	Numero di unità	Diametro ruote accoppiate m/m	Velocità massima Km/ora	Capacità acqua in tender m³	Potenza effettiva HP	Tipo dello sterzo	OSSERVAZIONI
720	1-4-0	39	1410	60	20	900	B	B = Bissel
728	»	85	1308	»	17	940	B	C = Carrello italiano
729	»	115	1308	»	17	940	B	
730	»	190	1370	»	20	900	C	
735	»	398	1370	»	22	980	B	
740 / 741	»	470	1370	»	22	980	C	
745	»	73	1650	75	18 ÷ 22	1250	C	
		1315						

Per locomotive a vapore surriscaldato, della stessa potenza e nelle stesse condizioni, tale consumo, coi treni che ci interessano, può ridursi entro i limiti di Kg. 9.5 a 10.5 per la stessa unità di lavoro.

Nella ipotesi che l'influenza delle fermate sul lavoro totale apporti un aumento di valore trascurabile del lavoro stesso sviluppato dalla locomotiva e che la velocità nor-

(1) Riassumo nel quadro più innanzi riportato le caratteristiche che ora interessano dei tipi più moderni e noti di locomotive da merci del parco F. S.

male di piena corsa sia contenuta entro i limiti sopra indicati su linee pianeggianti o mediamente acclivi il consumo d'acqua per unità di lavoro espresso in *Etto-Tonnellate-Km.-virtuali di treno completo* (cioè inclusa la locomotiva con il proprio tender) (1) si può dedurre approssimativamente da quelli in precedenza indicati nel modo seguente (2).

Data la formula in base alla quale furono calcolate le lunghezze virtuali (3), la Etto-Tonnellata-Km.-virtuale di treno completo può assumersi, su linea mediamente pianeggiante e per i tipi di treni che ci interessano, in via di *prima approssimazione* e con valutazione abbondante, come equivalente al lavoro di trazione di 420.000 Kgm. ivi incluso ogni lavoro per vincere le resistenze addizionali, come per esempio quelle delle curve e quelle degli eventuali rallentamenti e fermate; lavoro che precisamente equivale a HP-ora 1.55 circa.

Il consumo di acqua per E.T.K.V.T.C. al lordo dei consumi accessori e disperdimenti, diviene quindi di Kg. $1.55 \times 12 =$ Kg. 18.6 a Kg. $1.55 \times 13 =$ Kg. 20.2 per locomotive moderne a vapore saturo e doppia espansione e di Kg. 14.7 a 16.3 per locomotive a vapore surriscaldato, dei tipi in precedenza indicati.

Tali consumi d'acqua per unità di lavoro, ricavati da misure eseguite in prove dinamometriche, devono peraltro essere aumentati di una congrua percentuale che tenga conto delle condizioni del servizio corrente, sempre meno accurate di quelle di prova. Essi quindi rappresentano un *minimo* da realizzarsi solo in condizioni ottime di esercizio.

Praticamente, per tener conto delle maggiori perdite d'acqua degli apparecchi di alimentazione per trascuratezza di agenti e dei maggiori consumi delle locomotive per deperimento naturale, specialmente sensibile nei periodi precedenti l'invio in riparazione media o grande della macchina, si può aumentare, con valutazione assai prudente, almeno del 15% il consumo d'acqua sopra indicato.

In servizio corrente, coi treni del tipo che ora ci occupa, si possono quindi assumere dei consumi d'acqua per E.T.K.V.T.C. di Kg. 21.5 a Kg. 23.5 per locomotive moderne a vapore saturo e a doppia espansione, e di Kg. 17 a Kg. 19 per locomotive a vapore surriscaldato.

Avendo un treno di 800 Tonn. (ivi compreso il peso virtuale della locomotiva) (4), per effettuare un percorso in linea mediamente pianeggiante di circa 100 Km. virtuali senza rifornitura intermedie, oppure per effettuare comunque il lavoro corrispondente a tali condizioni senza rifornitura d'acqua, sempre beninteso nelle condizioni di velocità e di soste che ora ci interessano, si verrebbe a consumare rispettivamente una quantità d'acqua di Tonn. 17 a Tonn. 19 per locomotive a vapore saturo e di Tonn. 13.5 a Tonn. 15 per locomotive a vapore surriscaldato.

Si rileva da quanto sopra che tutti i nostri tender normali a carrelli e quasi tutti quelli più moderni a tre assi, della capacità da $17 \div 22$ m^3, sono generalmente sufficienti per le locomotive destinate a simili treni.

---

(1) Cfr. questa Rivista, 15 settembre-15 ottobre 1923: *Mezzi e metodi di esperimento usati dalle F. S.*, ecc., pag. 171, e segg.

(2) Il computo è quello altra volta seguito dall'ing. L. GREPPI e pubblicato su questa Rivista. Cfr. fascicolo dell'anno III, vol. VI, del 15 ottobre 1914: *Rilievi e confronti nel consumo di combustibile delle Ferrovie Italiane dello Stato nel settennio* 1907-1913, pag. 227 e 228, nota I^a.

(3) Questa Rivista 15 settembre e 15 ottobre 1923, op. cit., pag. 162.

(4) Questa Rivista 15 settembre e 15 ottobre 1923, op. cit., pag. 171.

* * *

L'utilizzazione delle moderne locomotive da merci, coi treni sopra citati, diviene migliore della media utilizzazione delle nostre locomotive e paragonabile con quella che si ottiene in media *coi treni viaggiatori a lungo percorso.*

I treni merci rapidi potranno avere, tra due stazioni successive dove si richieda il cambio della locomotiva, una velocità commerciale dai 35 ai 40 Km.-ora, tenendo con ciò conto delle acclività, dei rallentamenti in punti singolari della linea (transiti in stazioni importanti, ai bivi, ecc.) e delle poche soste per riforniture d'acqua.

Per effettuare un lavoro della durata di 6 ore di effettivo servizio al treno (cioè escluso il lavoro accessorio in arrivo ed in partenza) una locomotiva con il proprio personale potrà effettuare su linee che a ciò si prestano sia per l'andamento altimetrico che per la distanza tra due depositi locomotive opportuni, un percorso medio di Km. $35 \times 6 = 210$ a $40 \times 6 = 240$ Km. al giorno, che è molto prossimo a quello massimo effettuato su nostre linee pianeggianti per il servizio dei treni diretti con una sola locomotiva tra due centri importanti sedi di Deposito.

Di conseguenza le percorrenze annue delle locomotive da merci potranno elevarsi con servizi su linee pianeggianti ai valori di quelle attuali dei nostri treni diretti, quantunque le prime siano molto meno veloci delle seconde. In circa 200 giorni all'anno di lavoro effettivo della locomotiva (dedotti dai 365, per lavaggi periodici della caldaia e riparazioni correnti 70 giorni, per media riparazione 35, per quota annua di grande riparazione compresa attesa officina e ritorno all'esercizio 40, e 20 per eventuali riparazioni saltuarie eccezionali e per esigenze di turni), le locomotive da merci utilizzate coi criteri sopra indicati verrebbero a percorrere con il proprio personale, trascurando l'eventuale utilizzazione per brevi servizi straordinari fuori turno con personale di muta, circa 42.000 a 48.000 Km. e cioè quello che mediamente percorrono le nostre locomotive a vapore da treni diretti e poco meno *del doppio* di quello che percorrono le locomotive a vapore da treni merci (1).

* * *

Analogo ottimo sfruttamento si verifica nei riguardi del consumo totale annuo di combustibile riferito alla singola unità di trazione. Ciò è evidente e chiaramente dimostrato dal fatto che le percorrenze elevate sopra indicate sono eseguibili tutte con uno sfruttamento medio della locomotiva molto alto e quindi con buon rendimento. Si deve perciò dedurre che in tali condizioni una locomotiva è tanto meglio utilizzata per quanto maggior lavoro esegue all'anno e quindi per quanto maggiore combustibile essa brucia con buon rendimento al rimorchio dei treni.

---

(1) Nell'esercizio 1924-1925 le locomotive del nostro parco dei seguenti gruppi hanno percorso i Km indicati qui appresso:

Treni viaggiatori	Loc. 685 effettuati all'anno per ogni locomotiva in dotazione, in media . . . . Km.	49.000
	Loc. 690 » » » » » » » » . . . . . »	43.000
	Loc. 746 » » » » » » » » . . . . . »	55.000
Treni merci	Loc. 735 » » » » » » » » . . . . . »	29.000
	Loc. 740 » » » » » » » » . . . . . »	26.500
	Loc. 729 » » » » » » » » . . . . . »	18.000
	Loc. 730 » » » » » » » » . . . . . »	22.500

Un treno del tipo indicato richiede, ad ogni locomotiva, un lavoro minimo di circa 180.000 T.K.V.T.C. (1).

Con un carbone di 7.500 ÷ 7.800 calorie e coi consumi di acqua sopra riportati si possono ottenere in prove dinamometriche con locomotive in condizioni medie di manutenzione dei coefficienti di vaporizzazione $\frac{A}{C}$ (rapporto tra l'acqua totale consumata, compresi i disperdimenti inevitabili, ed il carbone totale bruciato) di circa $\frac{A}{C} = 8,3$ per locomotive a vapore saturo e $\frac{A}{C} = 7,6$ per locomotive a vapore surriscaldato. Si hanno perciò dei consumi medi di carbone in corsa, e cioè esclusi gli accendimenti e gli stazionamenti, di Kg. $\frac{12}{8,3} = 1,45$ a Kg. 1,57 per HP_e ora per locomotive a vapore saturo e di Kg. 1,25 a Kg. 1,38 per HP_e per locomotive a vapore surriscaldato, con un consumo totale, per 180.000 E.T.K.V.T.C. di

$$\text{Kg.}\ \frac{180.000 \times 1,55 \times 1.45}{100} = \text{Kg.}\ 4.050$$

a Kg. 4.380 per locomotive a vapore saturo e Kg. 3.480 a Kg. 3.850 per locomotive a vapore surriscaldato dei tipi sopra citati; in media 3,9 tonnellate circa al giorno. In un anno con 200 giornate lavorative si avrebbe, per locomotiva, un consumo di circa tonnellate 780.

Al solito tale consumo dovrebbe essere incrementato di una quota-parte per tener conto della minore accuratezza del personale nonchè del consumo per accendimenti e stazionamenti in deposito.

Soltanto per quest'ultimo titolo con valutazione piuttosto inferiore alla media per tener conto della buona utilizzazione delle locomotive, si deve prevedere maggior un consumo di combustibile di almeno il 20% di quello totale; quindi il consumo annuo totale di carbone risulterebbe per lo meno di tonn. 940.

Anche sotto questo punto di vista l'utilizzazione delle locomotive dei treni merci rapidi si dimostra evidentemente ottima perchè si ottengono dei consumi annui confrontabili con quelli massimi delle nostre locomotive più potenti da treni diretti (2).

Queste cifre, che debbono ritenersi molto prossime alla realtà perchè desunte da medie di numerose misure dirette, stanno a dimostrare quanto possa migliorare l'utilizzazione delle locomotive da merci con treni a lungo percorso del tipo che ora ci interessa.

---

(1) Cfr. Tav. XII, XIII e XIV allegate alla nota citata sui preriscaldatori, in questa Rivista, fascicolo n. 5 del 15 maggio 1926.

(2) Nell'anno finanziario 1924-1925 le seguenti locomotive del parco hanno avuto i consumi qui sotto riportati:

Locomotive da treni diretti	Grº 685	consumo medio totale annuo di carbone per ogni locomotiva in dotazione	Tonn. 745
	» 690	»	» 720
	» 746	»	» 920
Locomotive da treni merci	» 735	»	» 650
	» 740	»	» 605
	» 729	»	» 450
	» 730	»	» 560

* * *

Un'ultima osservazione deve farsi nei riguardi dell'economia di combustibile per unità di lavoro effettuato ed ottenibile in confronto ai consumi medi avuti, per esempio, nell'ultimo esercizio 1924-1925, di cui si hanno i dati consuntivi.

Si riporta nel seguente prospetto il consumo di carbone medio per E.T.K.V.T.C. ottenuto coi tipi di locomotive da merci più indicate per i servizi a lungo percorso e quello che si otterrebbe facendo i trasporti con treni merci rapidi, secondo le direttive e coi coefficienti sopra indicati.

Nel prospetto che si riporta il consumo di carbone per unità di lavoro relativo ai treni merci rapidi, e dedotto dalle medie di misure dinamometriche, si è aumentato prudenzialmente del 30% per tener conto, oltre che delle quote relative agli accendimenti e stazionamenti citate in precedenza, anche di un maggior consumo di esercizio corrente derivante da minore accuratezza degli agenti in confronto di quella degli sperimentatori.

Locomotive	Consumo medio al lordo per E.T.K.V.T.C. nel 1924-1925	Consumo al lordo per E.T.K.V.T.C. di treno merci rapido	Economia di carbone in %
A vapore saturo			
729	Kg. 3.85	Kg. 1.58 + 0.3 × 1.58 = Kg. 2.05	46 %
730	» 2.65	» 1.45 + 0.3 × 1.45 = » 1.88	30 %
A vapore surriscaldata			
735	» 3.27	Kg. 1.38 + 0.30 × 1.38 = Kg. 1.79	45 %
740	» 3.28		

Le economie percentuali indicate nello specchio sono dello stesso ordine di grandezza di quelle sperimentalmente trovate e citate in principio, eccezione fatta per le locomotive 730 già bene utilizzate nelle linee pianeggianti quasi tutte a doppio binario, specialmente intorno a Milano ed in Piemonte, dove, essendo il traffico molto intenso, i treni merci sono da tempo specializzati ed effettuano scarse fermate tra due centri di smistamento vicini.

Massime velocità per i trasporti in superficie di Parigi.

Per i tram:

Velocità massima	30 Km. all'ora
Nei tratti ove vi sono vie trasversali	20 » »
Nei tratti speciali elencati dai decreti	8 » »

Per gli omnibus:

Per omnibus a forma piena del peso fino a 8000 Kg., carico compreso	25 Km. all'ora
Per omnibus come sopra di peso da 8000 a 11.000 Kg.	15 » »
Se con pneumatici la velocità massima è portata a	35 » »

La seconda tappa della statistica internazionale

(Ing. N. GIOVENE)

1. — I capisaldi fissati a Monaco nella primavera del 1925 (1) per la statistica internazionale delle ferrovie vennero confermati dalla suprema autorità (Comitato di Gerenza) dell'U. I. C. (*Union Internationale des Chemins de Fer*) nell'autunno scorso. La prima tappa fu limitata ai quattro prospetti fondamentali:

I. Condizioni delle linee,

II. Materiale di trazione,

III. Materiale di trasporto,

IV. Percorrenze;

ed oggi, dopo un paziente lavoro di raccolta e di coordinamento, possiamo constatare il primo risultato tangibile nella pubblicazione per il 1925 di questi quadri in cui figurano tutte le Amministrazioni membri del Sodalizio (2).

La raccolta dei dati ha fornito, peraltro, occasione di riesaminare gli schemi già predisposti e di considerare l'opportunità di alcuni perfezionamenti che potranno essere apportati per l'anno 1926.

2. — Mentre procedeva l'applicazione pratica del primo gruppo di prospetti, non si sono trascurati gli studî necessarî per l'ulteriore sviluppo dell'iniziativa, secondo le linee fondamentali già tracciate. Si è cercato sopratutto di realizzare proposte ben precise per quanto riguarda la statistica del traffico, quella del personale e l'altra del combustibile e dell'energia, in modo da avere indici *intrinseci* dell'economia d'esercizio prescindendo ancora da prodotti e da spese veri e propri, e cioè da differenze e variazioni nel valore della moneta.

La seconda tappa si concreta così in altri quattro prospetti:

V. Traffico-viaggiatori,

VI. Traffico-merci,

VII. Effettivi del personale,

VIII. Consumo del combustibile e dell'energia.

Prospetti fissati in base alle risposte ricevute ad apposito questionario che si era diramato a tutte le Amministrazioni membri dell'Unione ed anche in base all'avviso di tutte le Commissioni del Sodalizio.

3. — I dati del traffico sono essenzialmente *viaggiatori* e *tonnellate* trasportati, *viaggiatori-chilometro* e *tonnellate-chilometro* effettuati. La nuova indagine ha rivelato che questi elementi composti, così essenziali per una giusta misura del lavoro compiuto dalle ferrovie, sono determinati con metodi troppo diversi da rete a rete e che è impossibile rendere uniformi in via preliminare. È stato perciò necessario abbandonare in questo

(1) Vedi questa Rivista, luglio 1925, pag. 206.

(2) *Bulletin de l'Union Internationale des Chemins de Fer*, agosto 1926, pag. 239.

campo il principio rigido di una base comune di valutazione per contentarsi di pubblicare per ora le cifre quali sono fornite dalle varie Amministrazioni.

La Sotto-Commissione incaricata dello studio ha creduto però opportuno di esporre in riassunto i metodi di calcolo adottati dalle varie Amministrazioni; e ciò allo scopo di dare un mezzo per valutare l'esattezza delle cifre da ciascuna fornite e di permettere a ciascuna di paragonare i proprî metodi di calcolo con quelli delle altre aziende. In tal modo si può sperare di aprire la via, in uno stadio ulteriore di lavoro, a tentativi fruttuosi per l'unificazione completa.

La statistica del traffico viaggiatori (prospetto V) comprende:

il numero dei viaggiatori trasportati in totale e per ognuna delle classi, in valore assoluto e percentuale;

il numero dei viaggiatori-chilometro in totale e per ognuna delle classi, in valore assoluto e percentuale;

il numero dei viaggiatori-chilometro per chilometro esercitato, per asse-chilometro di carrozza, per treno-chilometro dei treni destinati al traffico viaggiatori;

il percorso medio di un viaggiatore;

per i bagagli, numero di tonnellate e numero di tonnellate-chilometro.

La statistica del traffico merci (prospetto VI) fornisce gli altri elementi:

il numero delle tonnellate trasportate in totale e per ciascuna delle categorie: grande velocità, piccola velocità e trasporti in servizio, in valore assoluto e percentuale;

il numero di tonnellate-chilometro in totale e per ognuna delle tre categorie già distinte, in valore assoluto e percentuale;

il numero di tonnellate-chilometro per chilometro esercitato, per asse-chilometro di carri-merci, per treno-chilometro dei treni destinati al traffico merci;

il percorso medio di una tonnellata, per i trasporti commerciali ed in totale.

4. — Nella statistica del personale si è cercato di distinguere poche categorie fondamentali di agenti, fissandole peraltro in maniera che potessero corrispondere nel miglior modo alle condizioni delle varie aziende. Il prospetto VII comprende:

l'effettivo del personale in totale e distinto nelle categorie: amministrazione centrale, servizi regionali, manutenzione e sorveglianza, servizio delle stazioni, servizio dei treni, servizio delle macchine con esclusione del personale d'officina, personale d'officina per la manutenzione corrente (materiale e trazione), officine principali, servizî diversi (officina da gas, officine chilometriche, magazzini generali, ecc.).

effettivo del personale per chilometro esercitato, per 1000 treni-chilometro, per 100.000 assi-chilometro.

Le annotazioni che accompagnano il prospetto avvertono fra l'altro:

che gli agenti *occupati* in più servizî devono essere ripartiti fra i servizî stessi proporzionalmente alla loro occupazione media annuale in ciascuno d'essi;

che per gli agenti a salario si calcolerà il numero d'unità in base al numero totale di giornate lavorative, alla durata media del lavoro quotidiano e al numero di giornate per anno.

Alcune Amministrazioni fanno eseguire, nelle proprie officine principali, non solo le grandi riparazioni, ma anche le nuove costruzioni, laddove altre provvedono direttamente alle sole riparazioni piccole e medie di locomotive e veicoli. Perchè quindi, in tanta diversità di sistemi, si possa avere un elemento di guida per spiegare le differenze

da una rete all'altra per il personale delle officine principali, si è stabilito che ogni Amministrazione indicherà, a titolo di informazione complementare, se utilizza l'industria privata per le grandi riparazioni, come pure se provvede direttamente alle nuove costruzioni di materiale.

5. — Quando si passa alla statistica dei combustibili, la difficoltà comincia dai nomi, poichè varie reti usano la medesima indicazione per qualità sensibilmente diverse. Per aggiungere, quindi, un'informazione più concreta sulla qualità approssimativa del combustibile, si è stabilito di domandare, insieme con la natura, il potere calorifico e, nel caso di variazione sensibile di questo elemento, di farne indicare i valori massimo e minimo.

L'aggiunta, anzi, nel prospetto VIII di questi elementi numerici, che rappresentano la migliore definizione del combustibile, permette di indicarne la natura soltanto per grandi categorie: legna, lignite, litantrace, coke, olio minerale, ecc.

Il consumo del combustibile deve essere indicato in tonnellate o in metri cubi; e accanto ad esso, per le linee a trazione elettrica di ciascuna Amministrazione, va posto il consumo di energia in K.W.H.

La Commissione delle Questioni Tecniche si è molto soffermata su questo dato per precisare il punto della distribuzione di servizio al quale conviene riferire la misura dell'energia; ma ha dovuto infine riconoscere che, allo stato delle cose, l'unica prescrizione da dare è che il consumo deve intendersi misurato alla partenza delle linee d'alimentazione dei fili di contatto (1).

6. — In complesso, la seconda tappa tende a riunire in quattro quadri i prodotti e gli oneri dell'esercizio, pur senza nulla dire degli elementi finanziarî veri e proprî. Infatti del traffico, che costituisce la parte essenziale delle entrate, non si dànno gli introiti, ma con i prospetti V e VI si forniscono gli elementi misuratori del loro valore effettivo, separati nelle due categorie viaggiatori e merci. E quanto agli oneri, si riportano i dati dei due capitoli proporzionalmente più importanti, indicando nel prospetto VII gli effettivi del personale e nell'VIII il consumo del combustibile e della energia.

La seconda tappa segue le direttive tracciate sin dall'inizio, confermando la norma della gradualità nello sviluppo del cospicuo lavoro statistico voluto dall' Unione e tenendosi lontana dal campo finanziario.

Anzi quest'ulteriore passo spinge ancora più innanzi l'applicazione del principio della gradualità, in quanto per gli elementi composti viaggiatori-chilometro e tonnellate-chilometro si raccolgono bensì le cifre calcolate con metodi diversi, ma, diffondendo la conoscenza dei metodi stessi, se ne facilitano i paragoni e le critiche preparando il terreno per la loro unificazione.

A partire dalla seconda tappa è stato migliorato il sistema di lavoro del Sodalizio per quanto riguarda lo sviluppo della statistica, poichè, seguendo un principio stabilito dal Comitato di Gerenza nell'autunno 1925, le proposte dell'apposita Sotto-Commissione vengono discusse dalla III Commissione, ma dopo che le altre quattro (Traffico merci – Traffico viaggiatori – Circolazione materiale – Questioni tecniche) le hanno esaminate e hanno pronunziato il loro avviso. Si può quindi dire che, in questo campo che investe

(1) V. il recente articolo *Le statistiche dei consumi energetici delle ferrovie* dell'ing. P. VEROLE, pubblicato da *L'Energia Elettrica*, nel giugno del 1926, a pag. 489.

la intera materia ferroviaria nei suoi varî aspetti tecnici, economici e finanziarî, sono chiamati ufficialmente a collaborare gli specialisti più accreditati ed attivi dei varî rami di servizio delle più importanti Amministrazioni europee, nelle loro qualità di delegati presso le cinque Commissioni dell'U. I. C.

Per quest'ampia collaborazione facilmente garantita dalla struttura organica e dal funzionamento dell'Unione, oltre che per i risultati tangibili già raggiunti e per lo spirito dinamico che è nel suo sviluppo graduale (graduale per la materia, graduale per la estensione, graduale per il perfezionamento di mezzi e metodi), l'iniziativa dell'Unione merita di essere conosciuta ed apprezzata nel campo internazionale più di quanto finora non sia avvenuto (1).

Una maggiore diffusione si potrà ottenere pubblicando in seguito, come fascicolo separato, la statistica internazionale delle ferrovie anno per anno, in modo che essa possa avere una distribuzione anche più larga di quella assegnata al *Bollettino* dell'Unione.

(1) Infatti diversi enti autorevoli non avrebbero tenuto il debito conto dell'iniziativa dell'U. I. C., se non vi fosse stato qualche tempestivo intervento individuale. Così avvenne nel Congresso tenuto a Londra dall'Associazione ferroviaria internazionale di Bruxelles nello scorso anno (vedi questa Rivista, novembre 1925, pag. 206); così nella riunione del gennaio scorso della Sotto-Commissione dei trasporti ferroviari presso la Societa delle Nazioni (Vedi *Procès-Verbal de la cinquième Session*, pag. 11). Senza l'opportuno intervento di delegati italiani, ambedue questi convegni si sarebbero occupati di statistica ferroviaria ignorando il lavoro dell'U. I. C.

Il lavoro della Società delle Nazioni per le comunicazioni ed il transito.

Il lavoro compiuto durante il 1925 dalla Organizzazione delle Comunicazioni e del Transito della Società delle Nazioni comprende una grande varietà di questioni: navigazione fluviale, porti, navigazione marittima, unificazione della stazzatura, sicurezza in mare, galleggianti e illuminazione delle coste, ferrovie, passaporti, circolazione stradale, telegrafia, telefonia, radio-telegrafia, radio-telefonia, trasporti ed utilizzazione delle forze idrauliche, unificazione del diritto privato nella navigazione interna, riforma del calendario, ecc.

D'altra parte, l'Organizzazione delle Comunicazioni e del Transito ha avuto occasione di compiere in varie occasioni le funzioni di mediazione che le sono attribuite. Ha inoltre preparato diverse Conferenze internazionali che si sono riunite durante l'anno, l'una per l'unificazione della stazzatura delle navi di navigazione interna e l'altra per il miglioramento del regime dei passaporti. Ha pure redatto un progetto di convenzione che ha servito di base alla Conferenza per la circolazione stradale, convocata dal Governo francese nello scorso aprile.

Fino ad ora l'Organizzazione delle Comunicazioni e del Transito ha limitato la sua sfera d'attività principalmente all'Europa, ove la situazione creata dalle conseguenze della guerra aveva dato a' suoi servizi una importanza capitale. Ma l'Assemblea Generale della Società ha ritenuto che vi sarebbe un grande interesse a che la sua attività si estendesse ai paesi dell'America latina. A suo avviso occorrerebbe cominciare da un lavoro di reciproca informazione affinchè la Commissione, da un lato, fosse al corrente della situazione e delle condizioni dei paesi latini del continente americano e che, dall'altro, i Governi e l'opinione di questi paesi conoscessero la missione, i lavori ed i risultati ottenuti dalla Commissione.

L'Assemblea ha pure espresso la speranza che la terza Conferenza generale delle Comunicazioni e del Transito, che deve riunirsi nel 1927, si preoccupi di migliorare, in tutti i modi possibili, il legame tecnico fra l'opera dell'Organizzazione delle Comunicazioni e del Transito e le Amministrazioni dei paesi non europei.

Il Consiglio, nella seduta del 20 settembre, ha rinviato alla sua prossima sessione l'esame definitivo sia della domanda direttagli dal Governo ungherese su certe questioni relative alle ferrovie d'Arad-Csanad, sia della questione delle ferrovie Maramarossi-Tarsasag, della quale era stato incaricato per richiesta della Compagnia interessata.

Il vantaggio finanziario dell'elettrificazione svizzera

In un allegato al bilancio per il 1927 delle Ferrovie Federali Svizzere è istituito un confronto di grande interesse. Le spese d'esercizio e il conto profitti e perdite sono computati sia in base alle condizioni effettive della rete, sia nell'ipotesi che nessuna linea sia elettrificata e che tutta la trazione debba ancora farsi a vapore; per ogni capitolo esaminato è così possibile avere due cifre e precisare nella loro differenza l'effetto finanziario dell'elettrificazione.

Un tale studio, invero, non è il primo del genere. La Compagnia *Chicago Milwaukee, and St. Paul Ry* pubblicò nello scorso anno, sui risultati finanziari conseguiti con l'elettrificazione della sua ben nota linea per la traversata delle Montagne Rocciose, una relazione in cui fece una minuta analisi comparativa fra trazione a vapore e trazione elettrica. Relazione di cui facemmo cenno (*) riportando le ragioni che l'avevano fatta giudicare troppo ottimista.

Ci sembra ora opportuno segnalare con maggiore ampiezza lo studio svizzero, data l'estensione relativa che oramai ha raggiunto l'elettrificazione su quelle ferrovie federali. Per la fine del 1927 la trazione elettrica vi sarà impiantata su 1460 km., vale a dire sulla metà della rete; ma la lunghezza di linea esercitata elettricamente sarà in media di 1150, ciò che rappresenta il 40 % delle ferrovie federali. Malgrado ciò, il totale delle tonnellate-chilometro effettuate con trazione elettrica potrà raggiungere il 65 %, poichè il nuovo sistema è e sarà prossimamente applicato sulle linee di traffico più intenso.

Riportiamo pertanto, della pubblicazione svizzera, le tabelle, riassumendo alcune fra le note che le accompagnano e dando per intero le prudenti conclusioni.

PROSPETTO I. — *Spese d'esercizio*

		Bilancio di previsione 1927.	Bilancio di previsione 1927 se la trazione fosse a vapore su tutta la rete.	Spese in più o in meno se la trazione fosse a vapore su tutta la rete.
Amministrazione generale .	Fr.	7.853.140	7.853.140	—
Manutenzione e sorveglianza della linea	»	37.455.800	37.719.800	+ 264.000 (1)
Servizio della stazione e condotta dei treni	»	102.527.000	104.207.000	+ 1.680.000
Servizio della trazione e delle officine	»	99.385.380	115.506.080	+ 16.120.700 (2)
Spese varie	»	27.801.950	29.016.950	+ 1.215.000
Totale . . .	Fr.	275.023.270	294.302.970	+ 19.279.700
Spese ed introiti non classificati all'atto della chiusura dei conti . . . . —	»	4.026.600	— 4.026.600	—
Spese nette d'esercizio . . .	Fr.	270.996.670	290.276.370	+ 19.279.700

NOTE

(1) La manutenzione della linea, esclusa canalizzazione di servizio, costa quasi 350 franchi di meno per chilometro con la trazione elettrica. Con questa vi è un maggior logoramento della rotaia esterna nelle curve strette e si verificano maggiori sforzi nel binario a causa del maggior peso delle locomotive. Ma questo secondo inconveniente, al quale nemmeno la trazione a vapore sarebbe sfuggita col tempo, è meno importante dei vantaggi: maggior durata della soprastruttura in galleria; aumento del lavoro delle squadre in galleria; più facile ed economica manutenzione di coperture, edifici, ecc. Per il 1927, ritenendo di non poter realizzare tutti questi vantaggi in pieno, si è portato in conto l'economia di 350 franchi per chilometro, soltanto nella proporzione di due terzi.

(*) Vedi fascicolo settembre 1925, pag. 87.

(2) La differenza di Fr. 16.120.700 si compone come segue:

a) Personale della trazione e personale addetto all'alimentazione ed alla pulitura del materiale rotabile	+	Fr.	10.425.000
b) Combustibile	+	»	17.100.000
c) Energia elettrica	—	»	15.106.000

In queste spese sono compresi Fr. 12.928.300 che figurano negli introiti d'esercizio come prodotto lordo delle officine (Vedi nota 3).

d) Lubrificazione	+	»	119.000
e) Materie per pulitura, disinfezione, acqua, sabbia e diverse	+	»	593.000
f) Posto di distribuzione e linee elettriche	—	»	1.576.300
g) Manutenzione e rinnovamento del materiale rotabile	+	»	4.566.000

PROSPETTO II. — *Chiusura del conto d'esercizio.*

		Bilancio di previsione 1927	Bilancio di previsione per il 1927 se la trazione fosse esclusivamente a vapore.	Spese in più o in meno per la trazione esclusivamente a vapore.
Totale delle entrate d'esercizio	Fr.	390.664.600	377.736.300	— 12.928.300 (3)
Totale delle spese di esercizio	»	270.996.670	290.276.370	+ 19.279.700 (4)
Eccedenza delle entrate	Fr.	119.667.930	87.459.930	— 32.208.000

NOTE

(3) La somma esposta di Fr. 12.928.300 rappresenta gli introiti d'esercizio come prodotto lordo delle officine fornitrici d'energia.

(4) La differenza nelle spese è il risultato del prospetto I.

PROSPETTO III. — *Profitti e perdite.*

		Bilancio di previsione 1927.	Bilancio di previsione 1927 se la trazione fosse esclusivamente a vapore.	Spese in più o in meno per la trazione esclusivamente a vapore.
Entrata:				
Eccedenza delle entrate d'esercizio	Fr.	119.667.930	87.459.930	— 32.208.000 (5)
Interessi dei capitali impiegati per nuovi lavori	»	2.350.000	1.100.000	— 1.250.000
Prodotti dei valori e dei crediti	»	1.025.000	1.025.000	—
Prodotto lordo delle imprese accessorie	»	4.010	—	— 4.010 (6)
Prelevamenti sui fondi speciali	»	14.667.000	14.517.000	— 150.000 (7)
Varie	»	16.060	16.060	—
Totale	Fr.	137.730.000	104.117.990	— 33.612.010
Uscita:				
Indennità per sezioni di linee prese in affitto	Fr.	47.000	47.000	—
Interessi dei prestiti consolidati, debiti correnti, spese di fisco, perdite di corso, provvigioni	»	112.157.000	87.130.000	— 25.027.000 (8)
Perdite sull'esercizio di imprese accessorie	»	120.400	120.400	— —
Somma destinata agli ammortamenti	»	16.020.000	15.450.000	— 570.000
Versamenti per fondi speciali	»	19.718.100	13.418.100	— 6.300.000 (9)
Altre spese e ammortamenti, passivo di guerra	»	1.617.500	1.617.500	—
TOTALE	Fr.	149.680.000	117.783.000	— 31.897.000

NOTE

(5) La differenza è quella risultante dal prospetto II.

(6) La differenza di Fr. 4.010 rappresenta il prodotto lordo della funicolare di Piotta, impresa accessoria che non sarebbe stata creata senza l'elettrificazione.

(7) La differenza di Fr. 150.000 rappresenta la quota di rinnovamento della linea di contatto.

(8) Impianti elettrici ultimati ed in esercizio e materiale rotabile elettrico rappresentano un capitale di Fr. 525 milioni. Deducendone la parte già versata (35 milioni) della sovvenzione federale (60 milioni) per l'elettrificazione accelerata (*), si hanno 490 milioni di franchi a carico delle ferrovie.

Ma poichè, con la trazione a vapore, si sarebbero spesi, nel 1927, 50 milioni per nuove locomotive a vapore, il maggior debito per l'elettrificazione si riduce a 440 milioni. Ciò che rappresenta, al tasso complessivo di circa il 5,50 %, un onere annuo di Fr. 24.200.000.

Aggiungendovi la spesa per interessi di capitali impiegati in lavori non ancora ultimati e sottraendo la quota di interessi per maggior deposito di carboni si ha la cifra di Fr. 25.027.000 riportata nel prospetto.

(9) La differenza corrisponde alle riserve per impianti elettrici.

PROSPETTO IV. — *Chiusura del conto profitti e perdite.*

		Bilancio preventivo 1927.	Bilancio preventivo 1927 se la trazione fosse esclusivamente a vapore.
Totale dell'entrata	Fr.	137.730.000	104.117.990
Totale dell'uscita	»	149.680.000	117.783.000
Eccedenza dell'uscita	»	11.950.000	13.665.010
Aumento di spese in caso di trazione esclusivamente a vapore	»	1.715.010	—
	Fr.	13.665.010	13.665.010

CONCLUSIONI.

Il bilancio d'esercizio delle Ferrovie Federali Svizzere per il 1927 è dunque più favorevole per Fr. 1.700.000 in cifra tonda a causa dell'elettrificazione. Questo risultato può essere considerato soddisfacente sopratutto se si tiene conto dei seguenti fatti:

a) una gran parte degli impianti elettrici ora esercitati sono stati costruiti durante la guerra a prezzi eccessivamente elevati e quando il danaro era molto caro;

b) il prezzo del carbone è ribassato in proporzioni maggiori di quelle prevedibili;

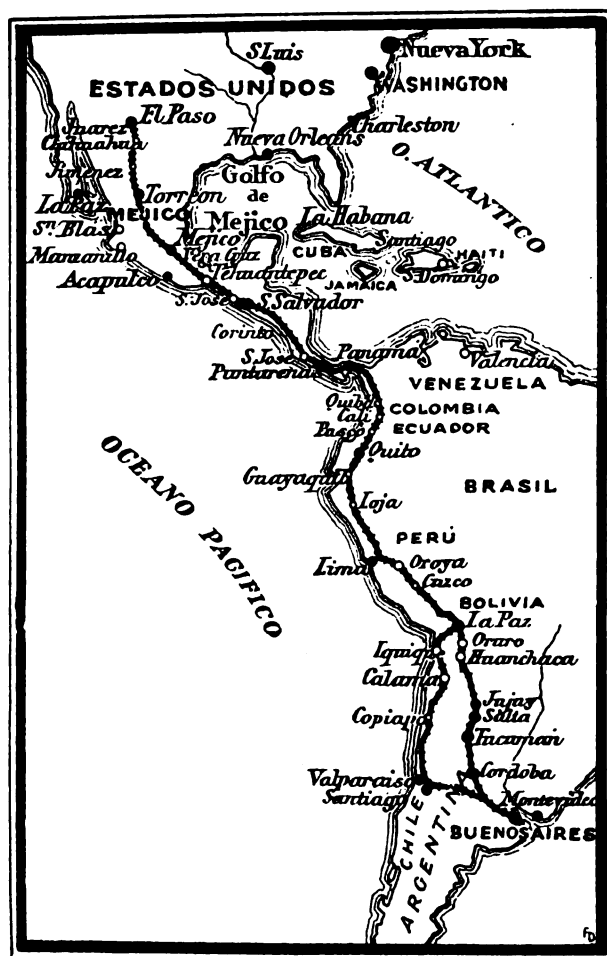
c) l'introdurre la trazione elettrica ha procurato alla Amministrazione delle ferrovie ed a tutta la Svizzera numerosi vantaggi che non possono trovare la loro espressione in questi bilanci comparativi.

Ma per non trarre da questi fatti conclusioni erronee, occorre tener presente che l'elettrificazione non si è finora estesa che alle linee a traffico intenso e che i risultati favorevoli dei nostri calcoli comparativi sono anzitutto dovuti a questa circostanza, come anche alla concessione della sovvenzione federale.

(*) Vedi questo periodico: aprile 1923, pag. 154; aprile 1926, pag. 173.

INFORMAZIONI

Un'utopia economica: la ferrovia panamericana.

Nel maggio 1888, il Congresso nord-americano sanzionò una legge che autorizzava il Presidente ad invitare tutti gli Stati del continente nuovo ad una conferenza in Washington per l'anno seguente.

Molte e complesse questioni figuravano all'ordine del giorno: unione doganale, sistema uniforme di pesi e misure, moneta unica ed anche... la costruzione di una ferrovia panamericana. Per questa fu nominata una Commissione che dal 1888, frequentemente rinnovatasi, ha presentato in ogni Conferenza panamericana interessanti informazioni sulla grande arteria.

In merito allo straordinario progetto, studiato sulla carta, vengono ora formulate critiche radicali in ambienti competenti dell'Argentina. Anzitutto hanno importanza per il Sud-America linee trasversali che congiungano i centri di produzione con quelli di consumo e con i porti; il traffico ferroviario internazionale vi è scarso, in quanto ogni Stato ha sufficienti prodotti agricoli per il proprio consumo e riceve importazioni esclusivamente dal mare.

Quanto al traffico viaggiatori, risulterebbe troppo incomoda e lunga la grande arteria rispetto al percorso marittimo: ad esempio, da Buenos Ayres a New York occorrerebbero 27 giorni invece dei 14 che ora sono sufficienti con i piroscafi.

Appunto per l'acuirsi di queste critiche e per l'importanza della comunicazione discussa, ci sembra di qualche interesse. indicare il tracciato vagheggiato, sia graficamente, sia con un elenco dei tronchi cadenti nei vari Stati e le lunghezze relative.

Stati	Linee	Chilometri
Stati Uniti	New-York-Laredo	3.368
Messico	Laredo-Atujila	2.645
Guatemala	Atujila-Hachadura	273
Salvador	Hachadura-Rio Guscoran	370
Honduras	Rio Guscoran-Rio Negro	114
Nicaragua	Rio Negro-Peña Blanca	336
Costarica	Peña Blanca-Rio Golfito	579
Panama-Columbia	Rio Golfito-Rio Garchi	738
Equatore	Rio Garchi-Rio Cuachus	1.058
Perù	Rio Cuachus-Desaguadero	2.872
Bolivia	Desaguadero-La Quiaca	928
Argentina	La Quiaca-Buenos Aires	1.707
		14.988

I risultati d'esercizio della Compagnia concessionaria delle ferrovie tunisine nel 1925.

SITUAZIONE GENERALE DELLE LINEE AL 31 DICEMBRE 1925.

Indicazione delle linee	Lunghezza Km.	Km.
I. *Scartamento normale:*		
Tunisi-Frontiera algerina	196	
Djedeida-Biserta	73	
Tindja-Sidi-Abdallah	5	
Mateur-Tabarka	103	
Mateur-Nebeur	130	
Lunghezza delle linee a scartamento normale	507	507
II. *Scartamento ridotto:*		
Tunisi-Sousse-Sfax	406	
Kalaa-Srira-Henchir-Souatir	300	
Tunisi-Kalaa-Djerda	370	
Lunghezza delle linee a scartamento ridotto	1.076	1.076
Lunghezza totale		1.583

Materiale mobile al 31 dicembre 1925.

Locomotive	215
Automotrici	4
Carrozze	280
Carri e bagagliai	3.279

Traffico merci e viaggiatori.

	1925	1924	Differenze in più	Differenze in meno
Numero dei viaggiatori	4.054.682	4.056 377	—	695
Tonnellaggio dei colli a grande velocità	18.362	18.435	—	73
» delle merci a piccola velocità	2.262.358	2.300.197	—	37.839

Tonnellaggio delle varie categorie merci a piccola velocità.

		1925	1924	Differenze in più	Differenze in meno
Cereali	Tonnellate	237 707	161.878	75.829	—
Fosfati	»	656.025	704.585	—	48.560
Minerali di ferro	»	704.690	799.812	—	95.122
Merci varie	»	663.936	633.922	30.014	—
Totali		2.262.358	2.300.197	—	37.839

Linea Direttissima Bologna - Firenze

RAPPORTO DEI LAVORI PER IL TRIMESTRE LUGLIO-SETTEMBRE 1926

Numero d'ordine	INDICAZIONI		Grande Galleria dell'Appennino fra le valli del Setta e del Bisenzio Lunghezza m. l. 18.510							Galleria di Monte Adone fra le valli del Savena e del Setta Lunghezza m. l. 7135			Galleria di Pian di Setta Lunghezza m. l. 3049		
			Imbocco Nord (Valle Setta) Lagaro	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 1 – Bologna	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 1 – Firenze	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 2 – Bologna	Pozzi abbinati inclinati a Cà Landino – Attacco verso Pozzo N. 2 – Firenze	Imbocco Sud (Valle Bisenzio) Vernio	Totali	Imbocco Nord (Valle Savena)	Imbocco Sud (Valle Setta)	Totali	Imbocco Nord	Imbocco Sud	Totali
	Lunghezze m. l.		4775	6805				6930	18.510	4705	2430	7135	1549	1500	3049
I	**Avanzamento conseguito nel trimestre:**														
	1) Cunetta di base	m.l.	176	8.80			100 25	282	567.65	233	279	512	—	—	—
	2) Cunetta di calotta	»	177	60.50			125.50	242	605.—	244	185	429	67.60	81	148.60
II	**Progressiva della fronte estrema dello scavo:**														
	1) della cunetta di base	m.l.	3160	1014	61.90	61.90	669.85	4665	9632.65	4161	2854	7015	—	—	—
	2) della cunetta di calotta	»	3144	970	61.90	61.90	682.—	4442	9311.80	4100	2640	6740	1672.85	336	2008.85
	3) dello strozzo	»	3086	914	61.90	61.90	583.40	4114	8761.20	3844	2484	6328	1593.35	255	1848.35
III	**Progressiva delle sezioni di rivestimento in muratura:**														
	1) Calotta	m.l.	3104	944.45	61.90	61.90	568.40	4215	8955.65	3978	2550	6528	1632 85	282	1914.35
	2) Piedritti	»	3051	830	61.90	61.90	399.45	4052	8456.25	3844	2450	6294	1573.08	220	1798.08
	3) Arco rovescio	»	3015	556.41	61.90	61.90	311.20	3890	7896.41	3410	2339	5749	1554.35	195	1749.35
IV	**Temperatura:**														
	1) media;														
	all'esterno	C°	21°	22°			22°	22°		22°	26°		25°	21°	
	in galleria	»	19°	22°			22°	20°		20°	20°		24°	13°	
	2) massima delle rocce in galleria	»	19°	22°			22°	17°		21°	19°		20°	16°	
V	**Quantità d'acqua di filtrazione in litri al 1″**	l.1″	—	—	135		—	350	485	3.50	0.90	4.40	—	1.5	1.5
VI	**Volume d'aria immesso nelle 24 ore in galleria:**														
	1) per ventilazione	m³	(1) 2.000.000	(2) 850.000		850.000		1.728.000	5.428.000	259.200	155.000	414.200	432.000	70.000	502.000
	2) per la perforazione	»	20.000	132.000				64.500	216.500	24.000	22.000	46.000	—	—	—
	3) per trasporti ad aria compressa	»	—					—	—	—	—	—	—	—	—
VII	**Volume medio giornaliero effettuato:**														
	1) di scavo	m³	155	101			149	184	589	193.16	168	361.16	80	52	132
	2) di rivestimento in muratura	»	58	34			44	38	174	50.46	44	91.46	30	12	42
VIII	**Numero medio giornaliero di operai:**														
	1) nei cantieri esterni alla galleria	N°	129		381			184	644	90	120	210	23	16	39
	2) in galleria	»	390	395			518	563	1861	443	328	771	334	150	484
	3) in totale	»	519		1289			697	2505	533	448	981	357	166	523
IX	**Esplosivi**	Kg.	4403		18.100			14.695	37.198	12.226	9150	21.376	2046	1640	3686

NATURA DEI TERRENI ATTRAVERSATI

Grande Galleria dell'Appennino

Imbocco Nord. — Si incontrano argille scagliose con trovanti di calcare alberese marnoso. Presenza di gas che viene eliminato, in calotta, con la combustione provocata a distanza; nel cunicolo inferiore per diluizione a mezzo della ventilazione.

Pozzi abbinati inclinati. — Verso Bologna banchi di arenaria marnosa con rare interposizioni galestrino-argillose; verso Firenze marna argillosa a struttura schistosa. Emanazioni di gas all'attacco verso Bologna.

Imbocco Sud. — Si sono attraversati schisti galestrini con alternanze di arenaria e schisti galestrini compatti con abbondanti filtrazioni d'acqua, fatto eccezione per l'arco rovescio, nel quale si sono incontrati schisti galestrini sconvolti.

Galleria di Monte Adone

Imbocco Nord. — Si incontrano strati di sabbia compatta giallognola argillosa con alternanze di strati di argilla.

Imbocco Sud. — Si incontrano marna argillosa con strati di arenaria.

Galleria di Pian di Setta

Imbocco Nord. — Si incontra argilla scagliosa con stratificazioni di arenaria e marna. Negli attacchi di scavo presenza di gas che acceso brucia.

Imbocco Sud. — Si incontrano alternanze di arenaria e schisti marnosi. Presenza di acqua in quantità non rilevante.

Note — (1) Di cui m³ 450.000 negli avanzamenti. — (2) Di cui m³ 410.000 nell'avanzamento inferiore.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) I carri di grande capacità e a scarico automatico. (*Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France*, maggio-giugno 1926, p. 279).

Fig. 1. — Carro a trave centrale adotatto in America.

L'articolo è il riassunto di una conferenza tenuta dall'ing. Grille alla Società degli Ingegneri Civili di Francia.

Numerosi sono i vantaggi dei carri di grande portata e a scarico automatico: minore lunghezza dei treni; riduzione dello sforzo di trazione, delle manovre, del peso morto in rapporto al peso utile; rapidità di scarico e soppressione quasi completa della mano d'opera. Infatti una Compagnia ferroviaria francese potè recentemente dimostrare che la spesa di acquisto di carri di tale tipo sarebbe stata ammortizzata in diciotto mesi, se si fosse tenuto conto solo dell'economia realizzata per l'adozione della grande portata; e in un anno, se fosse stato tenuto conto anche delle economie ricavabili con lo scarico automatico.

Fig. 2. — Sistemi di aperture delle porte e di scarico adottati dalle officine Krupp.

L'A. esamina quindi i principii che hanno guidato le Compagnie ferroviarie di vari paesi (Inghilterra, Stati Uniti d'America, Germania, Francia) nella scelta del tipo di carro di grande portata e a scarico automatico; e ne descrive vari tipi.

In Inghilterra, data la vicinanza delle miniere di carbone ai luoghi d'impiego, il carro di grande portata non è stato adottato su larga scala; esiste un tipo della N. E. R., della portata di 40 tonnellate. I piani inclinati della tramoggia di scarico, situati presso le due testate del

carro, hanno scarsa pendenza, visto che non converrebbe discendere al disotto dei 50 gradi.

In America, invece, il carro di grande portata ha avuto uno sviluppo enorme. In generale i carri adottati hanno una trave principale longitudinale e centrale, che permette una costruzione più leggera, e una facile iscrizione nelle curve. Per realizzare lo scarico automatico dei carri a sponde alte, il fondo viene composto di porte girevoli su cerniere fissate alla trave centrale; un albero munito di catene ne assicura da ogni lato l'apertura e la chiusura simultanea (vedi fig. 1).

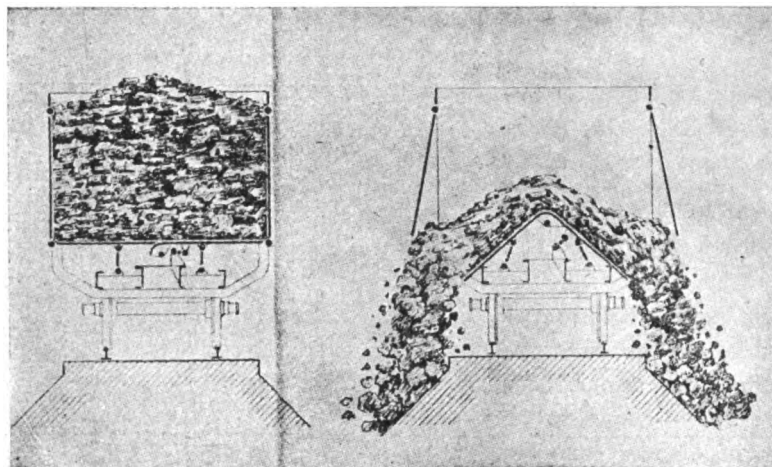



Fig. 3. — Apertura del fondo a schiena d'asino adottata in Germania.

Anche in Germania il carro a scarico automatico ha avuto un'applicazione vastissima. Le varie case costruttrici, anzi, si sono sbizzarrite nell'escogitare innumerevoli dispositivi per l'apertura e la chiusura delle porte, avuto specialmente riguardo alla necessità di disgregare il materiale costituente il carico che eventualmente si fosse agglomerato sia a causa delle trepidazioni, sia a causa del gelo. Per lo più si adottano carri a fondo piatto; la portata normale è di 50 tonn., che si cerca di standardizzare. La fig. 2 mostra schematicamente le soluzioni adottate dalle Officine Krupp. Vengono adottati anche carri a trave centrale; in detti carri lo scarico avviene per sollevamento del fondo in modo da formare schiena d'asino (vedi fig. 3).

In Francia, tutti i grandi costruttori di veicoli ferroviari hanno studiato e costruito carri di grande portata e a scarico automatico; però, non si sono potute raggiungere le grandissime capacità ottenute in America e in Germania, a causa, da una parte, di limitazioni alla tara imposte dall'Amministrazione ferroviaria per l'applicazione di tariffe relative a tali tipi di carri; d'altra parte per il fatto che, in certe miniere, i caricatori di carbone hanno altezze di tramoggie tali da non permettere l'utilizzazione completa della sagoma limite. Anche in Francia, come in Germania, i tipi sono svariatissimi; e non possiamo quindi descriverli tutti. Nella fig. 4 è indicato un carro a tramoggia, che è il tipo classico in Francia. Le porte sono laterali, comandate da bielle, che vengono messe in azione per mezzo di un albero. Le bielle sono in numero o di due, per porta, o di una; e in tal caso poggiano sul centro della porta.

Fig. 4. — Carro a tramoggia, costruito dagli Ateliers de la Buire in Francia.

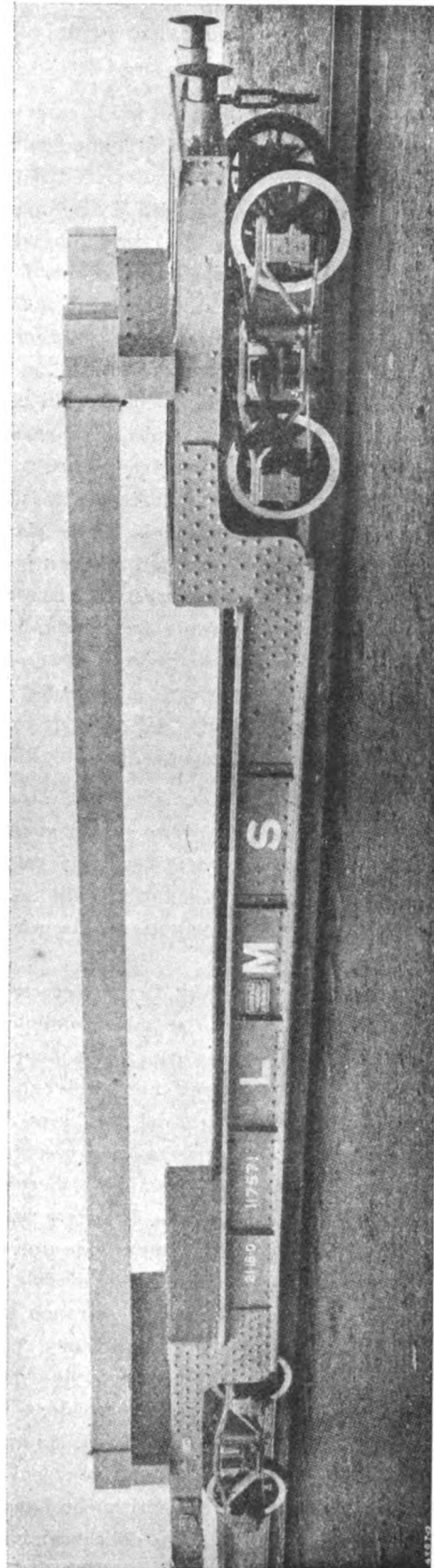
Attualmente in Francia sono allo studio vari tipi di chiusura di porte, o perfezionamenti dei tipi esistenti, che si spera riescano ad attenuare la maggior parte degli inconvenienti che tale difficile particolare inevitabilmente presenta.

(B..S.) Un carro speciale per trasporto di pezzi di dimensioni eccezionali. (*Engineering*, 27 agosto 1926, pag. 263; e *Revue générale des Chemins de fer*, ottobre 1926, p. 311).

Del carro speciale illustrato dalla figura sono stati ultimamente costruiti otto esemplari dalla Midland Railway Carriage & Wagon Company, di Birmingham, per la ferrovia London, Midland and Scottish.

Il nuovo veicolo si compone essenzialmente di un ponte metallico, le cui estremità sono imperniate su due carrelli a due assi. Il ponte è costituito da due travi a doppio *T* piegate come si vede in figura, in modo da risultare, nella parte centrale, al livello più basso possibile, compatibilmente con la sagoma limite. Le travi principali sono riunite trasversalmente da un pavimento costituito di piastre e travi mobili; in modo che la parte centrale del carro costituisce una specie di cofano suscettibile di assumere varie forme e contenere quindi pezzi di dimensioni notevoli e di forme svariate.

Tutte le ruote sono munite di freni a ceppi, azionati a mano per mezzo di quattro leve (due per carrello) poste alternativamente due a destra e due a sinistra del carro. La caratteristica essenziale di questo tipo di freno a mano è costituita da una leva articolata che può lavorare di conserva con una dentiera circolare; quest'ultima, mediante un opportuno giuoco di leve, serve ad accentuare la frenatura alla fine della stretta. Le dimensioni e i dati caratteristici del carro sono i seguenti:

Lunghezza (compresi i respingenti): . .	m.	22,44
» (esclusi i respingenti) . .	»	21,48
» del cofano centrale	»	6,70
Larghezza del ponte: esterna	»	2,43
» » interna	»	1,82
Altezza della base del ponte sul piano del ferro:		
parti estreme	»	1,04
parte centrale – cofano	»	0,43
Distanza degli assi estremi	»	20,37
Interasse dei carrelli	»	1,97
Diametro delle ruote	»	0,63
Raggio minimo delle curve sulle quali può circolare.	»	20 —
Peso proprio (compresa la dotazione di travi in legno per l'aggiustamento del carico).	Tonn.	48,5
Carico massimo	»	80 —

(B. S.) Studio sulle cause principali dei disastri ferroviari. (*Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer*, luglio 1926, pag. 709).

In Francia l'opinione pubblica è stata turbata recentemente dai disastri ferroviari succedutisi in un breve periodo di tempo su parecchie grandi linee. Il turbamento è stato tanto maggiore, in quanto rari erano stati tali disastri, dopo il burrascoso periodo che va dall'anno 1919 al 1921; a tale turbamento si aggiunga un senso di sfiducia verso i ritrovati tecnici ultimamente impiegati allo scopo di evitare i disastri, dato che al gran pubblico i fatti sembrerebbero dimostrare l'inutilità, o per lo meno l'insufficienza, dei provvedimenti stessi. Naturalmente, a produrre tale stato d'animo ha contribuito notevolmente la stampa d'informazione, la quale, essendo in generale poco al corrente dei particolari del problema, azzarda ipotesi sulle cause dei disastri e propone rimedi a sproposito. L'A. stima opportuno, quindi, esporre le varie categorie di disastri indicandone le cause essenziali ed i rimedi da apportarvi. Egli esamina i tratti comuni all'insieme dei disastri, e le misure generali da adottare per diminuirne la frequenza e sopratutto la gravità, avvertendo che tali misure generali hanno un'efficacia assai maggiore di tutte le misure di sicurezza finora applicate od in istudio.

L'articolo, sebbene sia molto elementare, può riuscire interessante per i nostri lettori, in quanto consente di considerare in un insieme armonico non pochi problemi particolari e frequenti inconvenienti d'esercizio separatamente molto studiati e discussi.

Il nostro riassunto sarà pertanto obbiettivo e scevro di commenti e anche dei richiami che si sarebbero potuti aggiungere numerosi.

I disastri ferroviari vengono dall'A. classificati in due grandi categorie:

1° Svii prodotti dal salto di uno o di parecchi assi fuori delle rotaie;

2° Investimenti risultanti dall'urto di un treno contro un ostacolo.

A) *Svii.* — Si può dire che i disastri per svii vanno facendosi sempre più rari; specialmente quelli in piena linea, dato che in generale la manutenzione del binario viene sempre più curata; che le moderne locomotive hanno velocità critiche superiori alle maggiori velocità praticamente realizzate; e che le locomotive ed il materiale per treni viaggiatori formano oggetto di una manutenzione talmente minuziosa, da rendere quasi impossibili le rotture in marcia di assi, cerchioni, ecc.

Restano due cause di svii: l'eccesso di velocità sulle deviate degli scambi (causa di due gravi recenti disastri) e lo scambio semiaperto.

Contro la prima causa si sono prescritti rallentamenti, imposti da appositi segnali ottici. Però tali rallentamenti non risolvono il problema; prima, perchè essi producono intralcio nella regolarità della marcia dei treni e ne diminuiscono assai la velocità commerciale; secondo, perchè è facile che il macchinista non osservi le prescrizioni. Si è pensato perciò di rimediare all'inconveniente impiegando scambi « a piccolo angolo », nei quali le due linee presentano curve uguali e di senso contrario, ma di raggio relativamente grande. Tali dispositivi hanno permesso il passaggio dei treni in ciascuna delle due direzioni a velocità di 60 e anche di 80 km.-ora.

La seconda causa grave di svii (la posizione incerta) può essere a sua volta prodotta o dalla presenza di un corpo estraneo tra ago e contrago; o da un giuoco nel comando dell'ago; il quale, anzi, può perfino divenire folle perchè resosi indipendente dalla leva di comando.

A tutto ciò si potrebbe ovviare mediante una continua attenta sorveglianza degli scambi e dei relativi apparecchi di comando; e allo scopo si sono applicati dispositivi elettrici di controllo a segnale sia acustico che ottico. Ma anche tale rimedio si è dimostrato insufficiente; e si è ricorso allora al « controllo imperativo », nel quale il circuito dell'apparecchio di controllo è disposto in modo da tenere inseriti anche i segnali che proteggono la biforcazione; sicchè il manovratore non può aprirli se l'ago dello scambio non è in una posizione corretta.

B) Investimenti. — Le frequenza degli investimenti, contrariamente a ciò che si è detto per gli svii, è relativamente poco diminuita; ciò è certo dovuto all'aumento del traffico e all'aumento della velocità dei treni, generalmente verificatosi specie dal 1910 ad oggi.

Quantunque a prima vista potrebbe sembrare il contrario, gl'investimenti sono più frequenti sulle linee a doppio binario che su quelle a semplice; e ciò perchè di massima queste ultime hanno un traffico limitato. Le misure finora adottate per il semplice binario (bastoni-pilota, campane elettriche, ecc.) hanno l'inconveniente di limitare la potenzialità delle linee e sono perciò inadatte quando si vuole intensificare il traffico.

Sulla linea Limoges-Montluçon, per esempio, si è applicato da due anni a questa parte, con pieno successo, il «dispatching-system». In America si è adottato il bastone-pilota elettrico; e su alcuni tratti della rete dello Stato francese è in esperimento da parecchi anni il sistema di blocco per linea a semplice binario.

Quanto agli investimenti su linea a doppio binario, è noto che vige il sistema di distanziare i treni marcianti nella stessa direzione nel *tempo* (generalmente di 10 minuti); ma è ovvio pure che tale provvedimento non è sempre sufficiente. Si è pensato perciò a distanziare i treni, anzichè od oltre che nel tempo, *nello spazio*. Tale provvedimento viene realizzato dal sistema di blocco, che consiste essenzialmente nel suddividere la linea in un certo numero di tratti, di lunghezza variabile a seconda del traffico della linea, e a impedire a un treno l'accesso a un tratto di linea finchè il treno precedente non abbia abbandonato il tratto stesso.

Non potremo certo addentrarci nella descrizione dei vari sistemi di blocco escogitati od adottati; basterà citarli. Il più semplice, ma il meno sicuro, è il blocco telegrafico o telefonico; dato che esso dipende unicamente dalla capacità e dalla coscienza del personale addettovi. Migliori sono i blocchi meccanici ed elettrici, che subordinano la concessione di via libera alla chiusura di un semaforo di uscita da una sezione di linea dietro il treno che l'ha lasciata; e l'apertura del semaforo di entrata alla concessione di via libera fatta dal posto precedente. Il difetto della maggior parte dei sistemi di blocco è che nulla impedisce al semaforista di compiere false manovre.

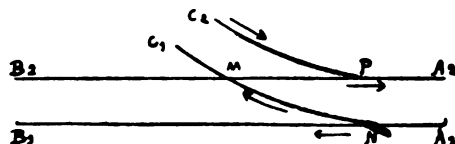
Si sono dovuti adottare, perciò, blocchi semiautomatici, che subordinano la concessione di via libera al passaggio del treno su un pedale elettrico situato a una distanza dal posto uguale a quella del più lungo treno che possa circolare sulla sezione di linea che si intende proteggere. Ma anche tale sistema ha dato agio ai manovratori di compiere false manovre. Si è pervenuti così al blocco completamente automatico, che non richiede la presenza di alcun agente. È noto però che l'adozione di tale sistema su vasta scala implica spese ingentissime; ed è probabile perciò che solo in un lontano avvenire potrà essere generalizzato.

L'A. fa giustamente osservare, però, che nessun sistema di blocco potrà evitare in via assoluta i disastri, dato che è necessario che i segnali, oltre che essere debitamente disposti, siano debitamente osservati dal macchinista, il quale, molte volte, è più portato a sorvegliare la condotta della macchina che a osservare la linea. Si è provveduto perciò alla ripetizione dei segnali. L'A. accenna anche all'idea di istallare sulla locomotiva, o in altra parte del treno, speciali posti di vedetta, per l'osservazione, da parte di altro agente che non sia il macchinista, dei segnali. Ma è ovvio che tale provvedimento non è nè pratico nè economico.

Osservati i segnali, occorre ottemperare alle loro prescrizioni. Si presenta così il problema della frenatura, alla quale è affidata in gran parte la sicurezza dei viaggiatori. A tale necessità si è provveduto convenientemente nei treni viaggiatori; non così nei treni merci, ai quali, anche in Europa, come già si è fatto negli Stati Uniti d'America, si dovrà in progresso di tempo applicare il freno continuo. La Germania ha già iniziato l'applicazione ad alcuni carri dei treni merci del freno Kunze-Knorr, provvedendo gli altri carri di condotta bianca. Ma una soluzione veramente completa del problema dell'obbedienza ai segnali consiste nel trasferire tale compito dall'uomo ai meccanismi. Si giunge così al «controllo automatico» ideato ed anche applicato in

America. Esso consiste nel munire le locomotive di organi elettropneumatici che, messi in azione, al passaggio dei segnali, da un opportuno contatto, eseguono automaticamente le manovre di frenatura ordinate dai segnali.

L'A. accenna anche ad altre due cause, ormai assai rare, d'investimenti; e cioè: l'incontro di una parte di treno in deriva da una linea in pendenza con un treno che lo segue; e l'urto di treni contro paraurti, all'arrivo nelle stazioni di testa.

Finalmente parla di una sottospecie degli investimenti; e cioè le collisioni (urti laterali), che si producono alle biforcazioni, per l'incontro di due treni che circolano su binari differenti. Esistono due posizioni tipiche dove si possono produrre collisioni; e cioè in M o in P (Vedi figura). Nel

primo caso si può rimediare radicalmente adottando il dispositivo detto « salto di montone » ch consiste nel far passare una delle due linee B^2 o C_1 al disopra dell'altra. Nel secondo caso non s può completamente rimediare; si provvede, però, in qualche modo mediante il segnalamento, facendo opportunamente dipendere tra loro (sia meccanicamente, che elettricamente) le segnalazioni sui due rami della biforcazione.

Esaminate così le cause e i rimedi particolari dei disastri ferroviari, l'A. fa alcune osservazioni d'indole generale sugli effetti prodotti, qualunque ne siano le cause. Tali effetti si possono ridurre a un tamponamento in senso longitudinale (fatta esclusivamente eccezione del carro direttamente colpito di lato nella collisione) delle locomotive e dei carri; tamponamento tanto più funesto quanto meno resistente sono i telai delle locomotive e dei carri, e quanto maggiori sono le velocità relative dei treni. Di qui si vede immediatamente quali sono i rimedi veramente efficaci ad evitare i disastri, o a renderli meno funesti:

1º diminuire la velocità;

2º costruire i telai assai resistenti.

L'A. termina esaminando i limiti di applicabilità, specialmente del primo rimedio; venendo alla conclusione che, pur senza diminuire di molto le velocità commerciali dei treni, si potrebbero fare enormi passi verso la riduzione dei disastri o dei loro effetti.

ERRATA-CORRIGE

Nel numero scorso (15 ottobre 1926), a pag. 175, l'indicazione (Fig. 2) va corretta come segue:

Nuova locomotiva standard 2-10-0 a tre cilindri a semplice espansione per treni merci pesanti

e l'indicazione (Fig 3), a sua volta, va corretta in:

Nuova locomotiva standard 4-6-2 a quattro cilindri compound per treni diretti.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

(3587) ROMA - GRAFIA, S. A. I. Industrie Grafiche, via Ennio Quirino Visconti, 13 A

"ANSALDO"
SOC. ANONIMA Sede in Genova
CAPITALE L. 200.000.000 INT. VERS
STABILIMENTI MECCANICI
SAMPIERDARENA

ANNO XV – VOL. XXX – N. 6. RIVISTA MENSILE ROMA, 15 DICEMBRE 1926.

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) Dollari **4½**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"

ROMA (20) – VIA DELLE COPPELLE, 35 – TELEFONO 21-18

SOMMARIO

CERAMICA
Società
RICHARD-GINORI
Capitale int. versato L. 20.000.000
MILANO
CATALOGO GENERALE
1926
Isolatori
in porcellana durissima
per ogni applicazione elettr.ca
Sede: Via Bigli 21 - Lettere: Casella 1261 - Telegrammi: Ceramica Milano
Telefoni: 71-551 e 71-552

Anno XV. - Vol. XXX. 15 dicembre 1926 - N. 6

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla " Rivista „ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

I Cantieri delle Ferrovie dello Stato per la Iniezione dei Legnami

Il Cantiere Iniezione Legnami di Livorno [1]

(Redatto dall' Ing. LORENZO CORIO per incarico del Servizio Lavori delle FF. SS.)

(Vedi tavole XI a XIII fuori testo)

§ 1. — Generalità.

È a tutti noto come il legno, posto nelle condizioni in cui viene a trovarsi una traversa ferroviaria o un palo telegrafico, soggetto cioè a continue alternanze di umidità e di secchezza, esposto a tutti gli agenti esterni, facilmente e rapidamente deperisca. Le cause di tale deperimento sono molteplici. La linfa, che costituisce il liquido nutritizio della pianta, e l'alburno, che rappresenta il legno in formazione, sono facilmente putrescibili: di essi si nutrono insetti e funghi che colla loro azione alterano tutta la compagine del legno. Inoltre la eccessiva umidità, seguita da forti calori, è causa di fenditure che aprono infinite vie di penetrazione agli agenti distruttori. Non è qui il caso di parlare delle varie specie di funghi e degli svariatissimi insetti che del legno fanno loro esclusivo alimento; è però importante notare che fra le varie qualità di legno esiste una notevole differenza di comportamento rispetto all'attecchimento e quindi alla conseguente distruzione da parte degli agenti esterni; così ad esempio, fra le varie qualità di legno di produzione nazionale adatte al ricavo di traverse ferroviarie, si notano queste differenze:

La rovere (« quercus robur ») resiste così a lungo ad ogni deperimento organico che una traversa di tale essenza senza bisogno di trattamenti preservativi si conserva egregiamente anche per 20 anni e soltanto deve notarsi l'usura meccanica così come nei materiali di ferro e una lenta ossidazione della vascolosa a causa dell'aria atmosferica.

Il cerro (« quercus cerris ») invece, pur presentando una certa resistenza alle alterazioni, non dura più di due anni senza essere attaccato dagli agenti distruttori ed in quattro o cinque anni la traversa di cerro naturale è completamente distrutta.

Il faggio (« fagus silvatica ») anche dopo pochi mesi dal taglio può già presentare lesioni più o meno gravi e in due anni la traversa di faggio naturale è completamente fracida.

Il pino (« pinus silvestris », « pinus pinea », ecc.), dà un legname finora assai poco usato per ricavarne delle traverse a causa della sua fibra poco compatta; pur tuttavia,

(1) Nel prossimo numero pubblicheremo un articolo sul Treno-Cantiere Iniezioni Legnami.

essendo impregnato di essenze balsamiche, resiste abbastanza bene anche allo stato naturale, e sottoposto a trattamenti preservativi, potrebbe dare un legname praticamente usabile per ricavo di traverse quando si trovasse il modo di renderlo più resistente all'usura meccanica ed al rapido infossamento delle piastre di appoggio delle rotaie.

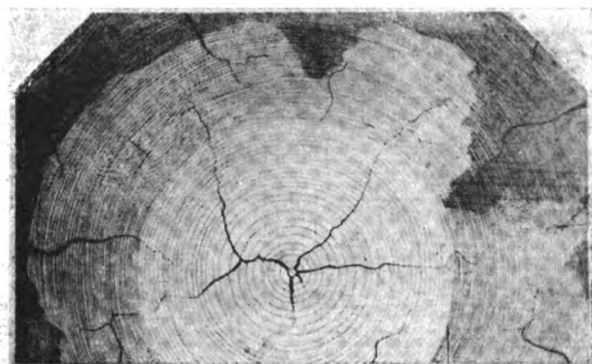



Fig. 1. — Sezione schematica di una traversa iniettata con la miscela olio di catrame-cloruro di zinco.

Si vede bene la zona nera dove è penetrato in prevalenza l'olio di catrame, quella più interna di colore grigio dove riesce pur sempre ad arrivare la miscela antisettica per quanto più povera di olio di catrame, e la parte centrale costituita di durame dove la iniezione non può arrivare a causa della grande compattezza del legno di vecchia formazione. Si osservi ancora come le spaccature affioranti agevolino la penetrazione del liquido antisettico.

L'Italia, già ricca di quercie rovere annose, da cui si ricavano traverse quasi completamente prive di alburno putrescibile, dovette tardi preoccuparsi del trattamento preservativo dei legnami; questa necessità fu invece sentita molto presto, insieme collo sviluppo delle ferrovie, dalle altre Nazioni prive di tale prezioso legname e specialmente dalla Germania e dalla Francia e, in Germania appunto, furono largamente sperimentati i vari metodi di iniezione dei legnami con liquidi antisettici, osservandone poi la rispondenza pratica agli effetti della preservazione.

La pianta appena tagliata, anche se tagliata nel tempo di riposo, è piena di liquidi nutritizi facilmente putrescibili; tali liquidi, costituiti per la massima parte di acqua, formano la cosidetta linfa. La quantità di linfa contenuta nel legno è molto diversa a seconda dell'essenza che si considera; per dare un'idea di tale quantità basterà dire che in una traversa di *cerro*, di fresco tagliata, essa rappresenta circa il 25% del peso complessivo della traversa stessa.

Evidentemente quando un legno, qualunque esso sia, è ancora pieno della propria linfa, non è possibile introdurvi altri liquidi; quindi il primo problema che si presenta per un efficace trattamento preservativo del legname è quello di scacciar la linfa dai vasi di legno; e poichè essa, come si è detto, è costituita per la massima parte da acqua, il problema si traduce nel trovare il modo migliore per essiccare il legno.

La pratica ha indicato che il metodo più economico per la essicazione, senza che questa si renda a sua volta cagione di danni per la conservazione del legno, è quello di formare ordinate cataste di circa 100 traverse ciascuna, distanziando bene una catasta dall'altra in modo che l'aria possa circolare da tutte le parti ed investire tutta la catasta fino dalla sua base. Affinchè si verifichi l'essiccazione completa del legno occorrono almeno 6 mesi di giacenza sui piazzali durante la stagione propizia calda e ventosa.

Fig. 2. — Sezioni di due traverse di pino iniettate col sistema usato nel Cantiere di Livorno.

Si osservi la regolarità della zona centrale, non iniettabile, costituita di solo durame, mentre la parte periferica con alburno è perfettamente iniettata.

Si comprende subito come per tale bisogna occorrano vasti piazzali e larghi approvigionamenti di legname, per potere avere disponibilità sufficiente per la lavorazione continua del cantiere di iniezione.

Soltanto dunque a completa essiccazione del legno è possibile far penetrare nel legno stesso i liquidi antisettici, che costituiranno un ambiente ostile all'attecchimento dei funghi e formeranno una barriera contro la penetrazione degli insetti.

Fig. 3. — Sezioni di una stessa traversa di faggio iniettata.
La penetrazione del liquido antisettico avviene principalmente dalle testate della traversa per cui il nero intenso delle sezioni vicine alle testate si fa man mano più grigio per le sezioni fatte vicino al centro della traversa.

La traversa è teoricamente suscettibile di riammettere nelle proprie fibre tutta la quantità d'acqua perduta, ma in realtà coi metodi di iniezione usati, che per necessità industriali devono anche essere sufficientemente rapidi, si riesce a fare riacquistare alla traversa circa la metà del peso perduto; così per

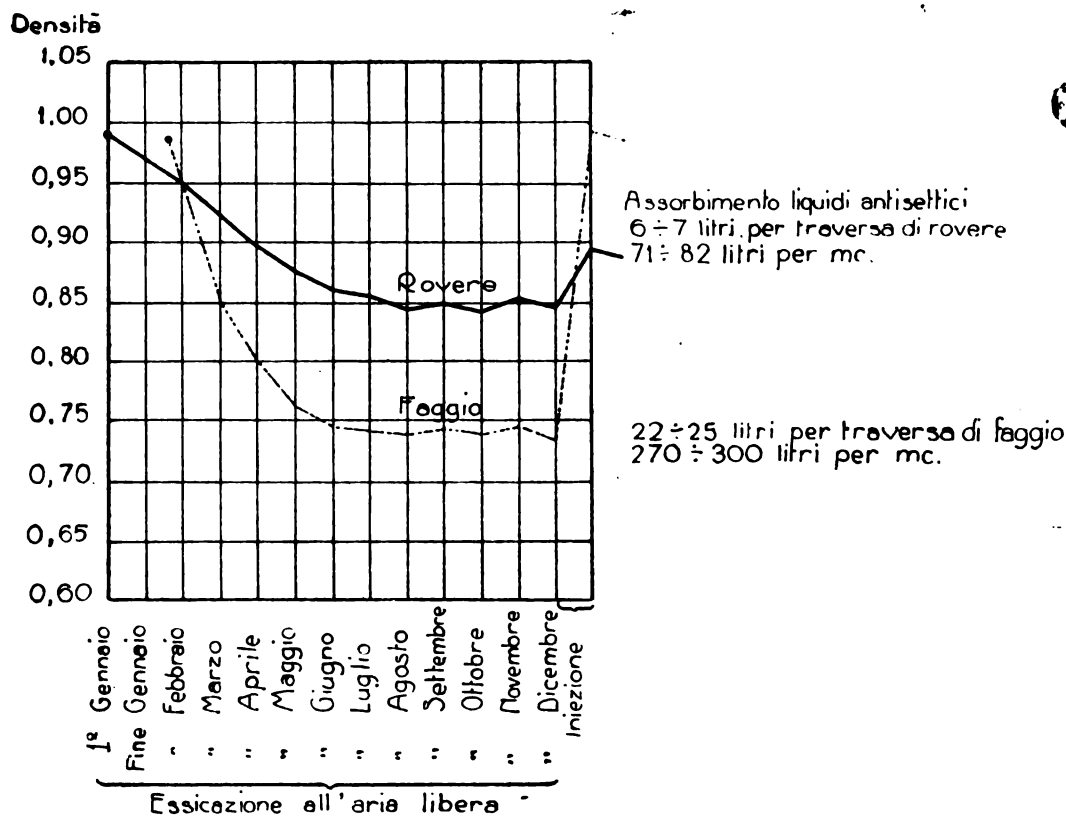



Fig. 4

esempio una traversa di cerro, che appena tagliata pesa circa 100 Kg., dopo sei mesi di buona essiccazione viene a pesare 75 Kg. e per mezzo della iniezione riacquista 12 Kg. di liquido antisettico, venendo così a pesare circa 87 Kg. Si riportano in appresso i valori medi degli assorbimenti dei liquidi antisettici che in pratica si ottengono e che si debbono osservare per le varie essenze per una efficace iniezione.

Una	traversa	di	rovere	assorbe	circa	7.00	Kg.	che vengono completamente ritenuti			
»	»	»	cerro	»	»	12.14	»	»	»	»	»
»	»	»	faggio	»	»	22.25	»	»	»	»	»
»	»	»	pino	»	»	30.00	»	ritenendone poi soltanto 13 Kg.			

§ 2. — I LIQUIDI ANTISETTICI USATI PER LA PRESERVAZIONE DEL LEGNO.

I liquidi antisettici usati nei trattamenti preservativi dei legnami sono in gran numero e di natura fra loro molto diversa:

Fra i sali solubili in acqua sono da notarsi: il solfato di rame, il sublimato corrosivo (bicloruro di mercurio), il cloruro di zinco e anche lo stesso cloruro di sodio in forte concentrazione (per esempio, l'acqua di mare); il fluoruro e il fluosilicato di sodio.

Questi liquidi, essendo tutti soluzioni acquose di un sale, hanno tutti comune il difetto di essere dilavabili dalla pioggia per cui dopo un certo tempo, variabile a seconda di tante condizioni, l'antisettico finisce per sparire e il legno rimane atto ad essere attaccato dai funghi.

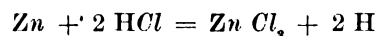
Il solfato di rame viene attualmente usato per i pali telegrafici la cui parte inferiore viene inoltre protetta con spalmatura di catrame.

Il sublimato corrosivo è stato quasi del tutto abbandonato anche per i pericoli che si hanno nell'uso essendo facilmente volatile.

L'acqua di mare ha servito in antico presso le Repubbliche marinare, ma i legnami che si imbevevano per semplice immersione dovevano giacere a lungo nel mare e allora venivano attaccati da molluschi marini che li perforavano; ad ogni modo tale azione protettiva dura poco per i legnami posti nelle condizioni delle traverse.

Il cloruro di zinco (Zn. Cl^2) è tra i sali di zinco quello di gran lunga più usato e i risultati sono abbastanza buoni pur trattandosi di una soluzione acquosa.

Il cloruro di zinco si ottiene neutralizzando l'acido cloridrico con lo zinco puro:

$$Zn + 2\,HCl = Zn\,Cl_2 + 2\,H$$

Occorre però che la neutralizzazione sia completa, ossia che non si abbia più alcuna parte di acido cloridico libero, poichè non solo tale acido sarebbe fortemente nocivo per gli apparecchi di iniezione, ma costituirebbe anche un serio pericolo per il legno, poichè ne distruggerebbe le fibre.

Tale antisettico fu usato largamente durante la guerra quando non era possibile avere dell'olio di catrame ed è usato tutt'ora in unione coll'olio di catrame, come vedremo più appresso dettagliatamente.

Il fluoruro di sodio e specialmente *il fluosilicato di sodio* hanno una forte azione antisettica e vengono usati nella grande industria specialmente per i legnami da miniera, le cui condizioni di ambiente sono molto uniformi.

La soluzione di fluosilicato di sodio deve essere iniettata nel legno ad alta temperatura, poichè la solubilità di questo sale, alla temperatura di ebollizione, è circa il decuplo di quella alla temperatura ordinaria, per cui se si impiega, per la iniezione, una soluzione bollente satura, si fisseranno nel legno, dopo la iniezione, i 9/10 del sale, il quale, non essendo facilmente dilavabile ed avendo un forte potere antisettico, conferisce al legno una duratura protezione, specie se tale legname non viene sottoposto all'azione delle pioggie.

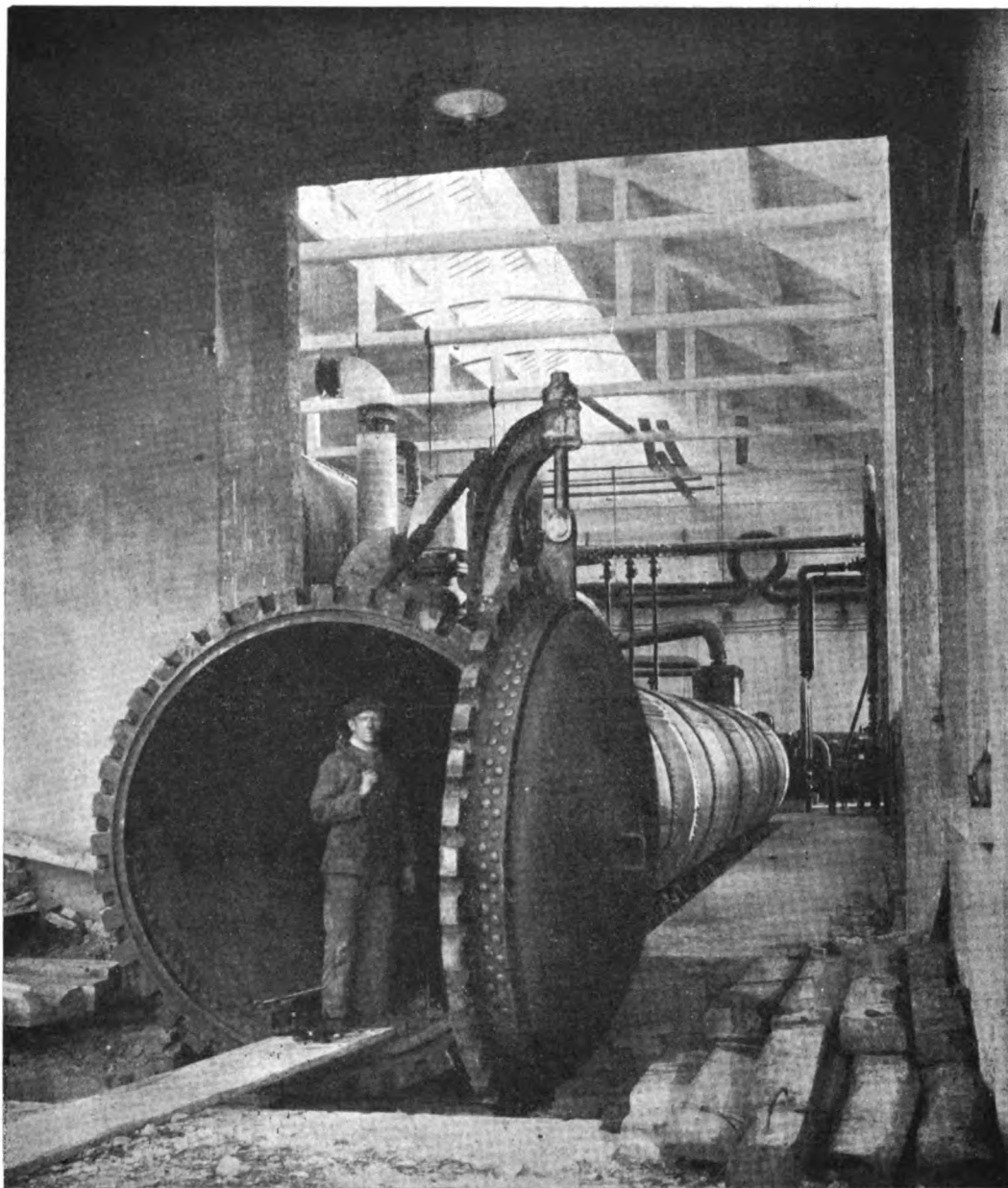



Fig. 5. — L'autoclave durante la costruzione del Cantiere di Livorno.

L'autoclave è un cilindro costruito in lamiera di acciaio del diametro netto di m. 2 e della lunghezza di m. 21 provato alla pressione idraulica di 22 atmosfere, munito all'interno di un binario a scartamento di metri 0,60 per i carrellini speciali carichi di traverse. L'illustrazione dà anche un'idea della grande luminosità dei capannone in cemento armato che costituisce la Sala Macchine.

* * *

Ma il liquido antisettico che si è dimostrato eccellente sotto ogni riguardo per gli ottimi risultati che da oltre un quarantennio di esperienze ha sempre forniti con assoluta costanza, dimostrando così la sua grande efficacia antisettica e preservativa per la conservazione dei legnami tutti, in qualunque condizione di ambiente essi siano posti dopo l'iniezione, è l'*Olio di Catrame*, detto anche *Creosoto*, di cui tratteremo particolarmente in appresso nell'apposito capitolo. Tale antisettico è però molto costoso, per cui in questi

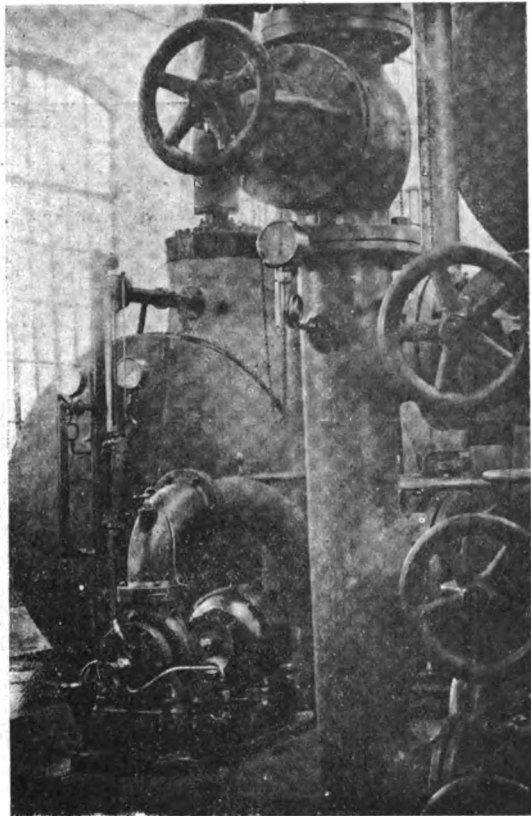



Fig. 6.
La estremità chiusa dell'autoclave.

In alto si vede il duomo dove sta la valvola automatica a galleggiante e da cui si diparte verso l'alto il tubo per l'aria. Sul davanti gli strumenti di misura quali: i livelli, il manometro, il vuotometro, e il termometro. In basso il gruppo motore elettrico-pompa centrifuga che serve ad agitare il liquido antisettico durante la iniezione prendendolo, inferiormente, alla estremità dell'autoclave che si vede in figura, per cacciarlo a mezzo di una lunga tubazione parallela all'autoclave alla estremità opposta e superiormente. Nel primo piano una colonna della batteria di valvole che comanda l'autoclave per le varie fasi di depressione, compressione, comunicazione con l'aria atmosferica.

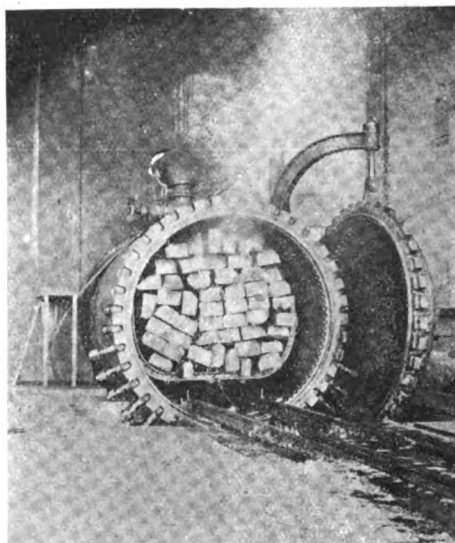



Fig. 7. – L'autoclave appena finita la iniezione.

In alto sfugge una nuvola di vapore dovuta alla evaporazione del liquido di iniezione caldo a 65°C. È in vista la testata del primo carrellino speciale carico di traverse. Nell'autoclave trovano posto otti di tali carrellini con 50 traverse ciascuno; in complesso quindi 400 traverse per ciascuna cilindrata. Si vede ristabilita la continuità del binario decauville e la fune di acciaio dell'argano elettrico già attaccata al carrello, per trascinarlo fuori dell'autoclave insieme con tutti gli altri carrelli fra loro congiunti mediante un breve tratto di catena. In alto si vede l'imbocco nell'autoclave della tubazione di mandata per la pompa di circolazione di cui alla figura precedente.

ultimi tempi, allo scopo di rendere economica l'iniezione, sono stati studiati ed esperimentati molti altri liquidi antisettici, fra i quali sono da ricordarsi le soluzioni di sali ammoniacali quali: l'ammoniato di rame; la soluzione ammoniacale di rame e di zinco con o senza aggiunta di acido fenico; e la soluzione di solfato di rame in ammoniaca molto diluita.

In genere con tali preparati costituiti da una soluzione ammoniacale si vuole ottenere quella che viene chiamata la mineralizzazione del legno. Il composto ammoniacale in contatto cogli acidi organici del legno si decompone liberando ammoniaca che volatizza, e rimane così nel legno il metallo, od un composto antisettico.

Questi preparati non hanno però avuto finora larghe applicazioni, e quantunque tutte le Amministrazioni ferroviarie seguano con interesse gli studi e le esperienze che si vanno facendo in proposito, pur tuttavia sono quasi tutte restie a fare esperimenti su vasta scala di tali prodotti poichè non sempre avviene che i risultati forniti dalle esperienze di laboratorio, colle apposite colture in ambienti specialmente adatti per lo sviluppo dei funghi, siano poi confermati dalle prove pratiche di luogo e di tempo.

Nel nostro Paese si sono avuti cattivi risultati in un esperimento fatto su larga scala con un antisettico le cui prove di laboratorio avevano dato buon risultato, poichè le traverse così iniettate, pur essendo perfettamente conservate dal punto di vista biologico, anche tre o quattro anni dopo la loro posa in opera, si spaccavano di netto al passaggio dei carichi, essendosi determinate nella compagine del legno, in seguito a lentissimi e complessi fenomeni fisico-chimici, alterazioni così profonde da renderlo estremamente fragile.

Fig. 8. — L'autoclave chiuso durante la iniezione.

I 40 grossi bulloni che sostengono la pressione interna di 12 atmosfere, per la chiusura del coperchio del diametro di metri due, resistono ad un carico complessivo di 375.000 kg. La chiusura dei 40 bulloni, si effettua, come viene spiegato nel testo, in soli 4 minuti primi. Si vede il binario decauville interrotto sulla fossa davanti all'autoclave e le pulegge per la fune dell'argano.

§ 3. — L'OLIO DI CATRAME.

Come si è già detto, l'olio di catrame è il migliore fra i liquidi antisettici usati per la iniezione dei legnami; è bene quindi trattarne in modo particolare.

Il carbone fossile contiene un'infinità di prodotti preziosi che durante la combustione sfuggono dal camino inutilizzati. È soltanto nelle grandi città dove si produce il gas che tali prodotti vengono sceverati ed utilizzati. Nei forni della distillazione dell'antracite, dove cioè il carbone fossile minerale si trasforma in carbone coke, ossia in carbonio quasi puro, si sviluppa un gas che, per non essere in contatto coll'aria, non può bruciare e che passando attraverso adatti recipienti condensa i suoi diversi composti a più basso punto di gassificazione.

Primi tra questi è il catrame, di cui è a tutti noto l'aspetto bituminoso.

Il catrame di carbone fossile è un miscuglio di un numero grande di corpi fra loro molto diversi, parte solidi, parte liquidi; esso contiene inoltre quantità più o meno grandi di carbonio sospeso nella massa.

Il catrame così come si presenta non è adatto ad essere utilizzato per la iniezione,

soprattutto per la grande quantità di carbonio sospeso, che, otturando tutti i canalicoli del legno, occluderebbe il passaggio agli oli più fluidi verso l'interno della traversa. È per tanto necessario ricorrere ad un prodotto della distillazione del catrame e precisamente all'olio di catrame (detto anche creosoto) che per essere adatto all'impiego per la iniezione dei legnami deve rispondere approssimativamente alle caratteristiche di cui si fa cenno qui sotto.

L'olio di catrame si presenta alla temperatura ordinaria come un liquido scuro di odore caratteristico e della densità superiore a quella dell'acqua fra 1,04 e 1,15 a seconda del carbone da cui deriva. Alla temperatura di 40° deve essere ben fluido, soltanto intorno ai 150° comincia a sviluppare dei vapori che si condensano in liquidi leggeri assai mobili, per cui l'olio di catrame alla temperatura ordinaria non è facilmente infiammabile, essendo necessario che si verifichi una temperatura abbastanza elevata perchè si sviluppino vapori incendiabili. Un fiammifero non potrebbe mai produrre l'incendio di una massa di olio di catrame, come invece avviene per oli minerali più leggeri come la benzina ed il petrolio.

I composti principali che si hanno nell'olio di catrame sono: i fenoli, la naftalina, l'antracene ed il bitume, osservando che agli ultimi tre prodotti pare sia dovuto l'alto potere antisettico dell'olio di catrame.

Le qualità che lo rendono prezioso, e si può dire unico, per la conservazione del legno sono:

— La sua insolubilità nell'acqua per cui una volta penetrato nel legno non viene dilavato dalle pioggie, svolgendo così incontrastata la sua azione per molti e molti anni.

— Il suo forte potere antisettico contrastante allo sviluppo dei funghi e all'attecchimento degli insetti.

— La relativa facilità con cui riesce a penetrare nell'interno del legno quando sia reso ben fluido, alla temperatura di circa 70°, senza per altro presentare pericoli di incendio.

— Il non aver alcuna azione deleteria, concomitante o secondaria sulle fibre del legno o sulle parti metalliche dell'armamento.

— Il non avere azioni venefiche pericolose per il personale addetto ai cantieri di iniezione.

* * *

Si hanno pure altri catrami, quali il catrame di lignite, il catrame di torba di cui si può avere qualche limitata disponibilità anche in Italia. In genere questi catrami, usati soli, hanno un modesto potere antisettico, ma per il catrame di torba è risultato, specialmente per studi fatti nei laboratori della Società Rueping di Napoli, che, se lo si unisce coll'olio di catrame in proporzione di due parti di olio di catrame e una parte di catrame di torba, si ottiene un nuovo olio il cui potere antisettico è uguale a quello dell'olio di catrame puro, col vantaggio però di costare un po' meno e di sfruttare un prodotto nazionale che risulta come cascame dell'industria della torba.

§ 4. — Gli antisettici usati dalle Ferrovie dello Stato.

Da quanto detto precedentemente risulta che l'olio di catrame è il liquido antisettico per eccellenza e ove fosse possibile dovrebbe essere l'unico antisettico da usarsi per la iniezione delle traverse. Però in Italia, ed anche in altri Paesi, la produzione di olio

di catrame è molto limitata, mentre sono svariatissimi gli usi per i quali è richiesto, specialmente per le strade. Il suo costo è perciò molto elevato, ed attualmente è di circa L. 1,00 al kg. Se, per esempio, si iniettasse una traversa di faggio, che assorbe circa 25 kg. di liquido, col solo olio di catrame si verrebbe ad iniezione finita a rendere più che doppio il prezzo della traversa di faggio naturale.

D'altra parte lunghe e rigorose esperienze condotte in Germania specialmente per opera del Rueping e confermate poi presso i laboratori dei Cantieri dei vari Paesi, hanno dimostrato che, per la protezione efficace del legno contro i funghi e contro i microrganismi della putrefazione, bastano minime quantità di creosoto purchè queste piccolissime quantità siano uniformemente distribuite su tutta la superficie e nell'interno del legno in modo che nessun punto ne rimanga privo.

Le minime quantità di olio occorrenti sono giustificate dal fatto che per proteggere efficacemente il legno non occorre che il creosoto si soffermi in goccioline entro le spaccature e dentro i canali del legno, ma basta che ne tappezzi le pareti.

Per ottenere la distribuzione uniforme di creosoto nella traversa, pur impiegandone piccolissime quantità, il Rueping ha ideato un sistema da lui chiamato « Economico » e che è fondato su due principî; dei quali il primo consiste nel dare al creosoto un mezzo che lo trasporti il più possibile verso l'interno della traversa, ed il secondo nel ricuperare mediante speciali accorgimenti durante le operazioni di iniezione quella parte di liquido antisettico che, a seconda delle varie essenze, viene sempre più o meno rifiutato dal legname dopo la iniezione, e che finisce inutilmente sui piazzali o viene lentamente evaporato.

Del primo accorgimento parliamo subito e del secondo tratteremo nel capitolo che parla dei metodi di iniezione.

Dare un mezzo all'olio di catrame in modo che di questo ve ne sia poco nella grande massa di liquido occorrente, per necessità di cose, per la completa iniezione del legname sarebbe molto facile se esistesse un solvente economico dell'olio di catrame che non fosse per altro dannoso per il legname. Ma pur troppo tale solvente non esiste ed allora è giocoforza ricorrere ad una miscela, o ad una emulsione dell'olio di catrame, in un liquido che, oltre ad essere poco costoso, sia possibilmente a sua volta utile per la preservazione del legno.

Si è ricorso così ad una miscela di olio di catrame e di cloruro di zinco, a 3,5° gradi Beaumé, essendo quest'ultimo a sua volta un liquido antisettico di discreto rendimento, per quanto poco costoso. Esperimenti condotti dal Rueping e confermati poi da molti altri hanno dimostrato che per un'efficace preservazione del legname basta che la miscela contenga il 2,5 % di olio di catrame, quantità, come si vede, estremamente piccola.

Pur tuttavia la miscela usata dai Cantieri di iniezione Italiani contiene una quantità di olio decupla di quella anzidetta, poichè è costituita di una parte di olio e di tre parti di cloruro di zinco a 3,5° B. Si ha cioè un contenuto del 25 % di olio di catrame, e ciò per tenere conto delle infinite circostanze che nei processi industriali tendono ad alterare la uniforme distribuzione del creosoto dapprima in seno alla miscela stessa e poi nell'interno del legname.

Ad una traversa di faggio, che assorba 25 kg. di miscela al 25 % di olio di catrame, si saranno dati soltanto 6,25 kg. di olio ed il costo dell'iniezione non sarà più proi-

bitivo. D'altra parte la protezione di un legname sano e ben stagionato, è ugualmente buona come se si fosse dato olio puro.

Ma qui sorgono i facili detrattori del sistema economico Rueping, i quali dicono che le traverse così iniettate si consumano altrettanto rapidamente come se non fossero iniettate.

Pur facendo astrazione dal fatto, che molto spesso tali asserzioni sono del tutto gratuite, poche essendo quelle veramente suffragate dai dati di fatto, è necessario notare

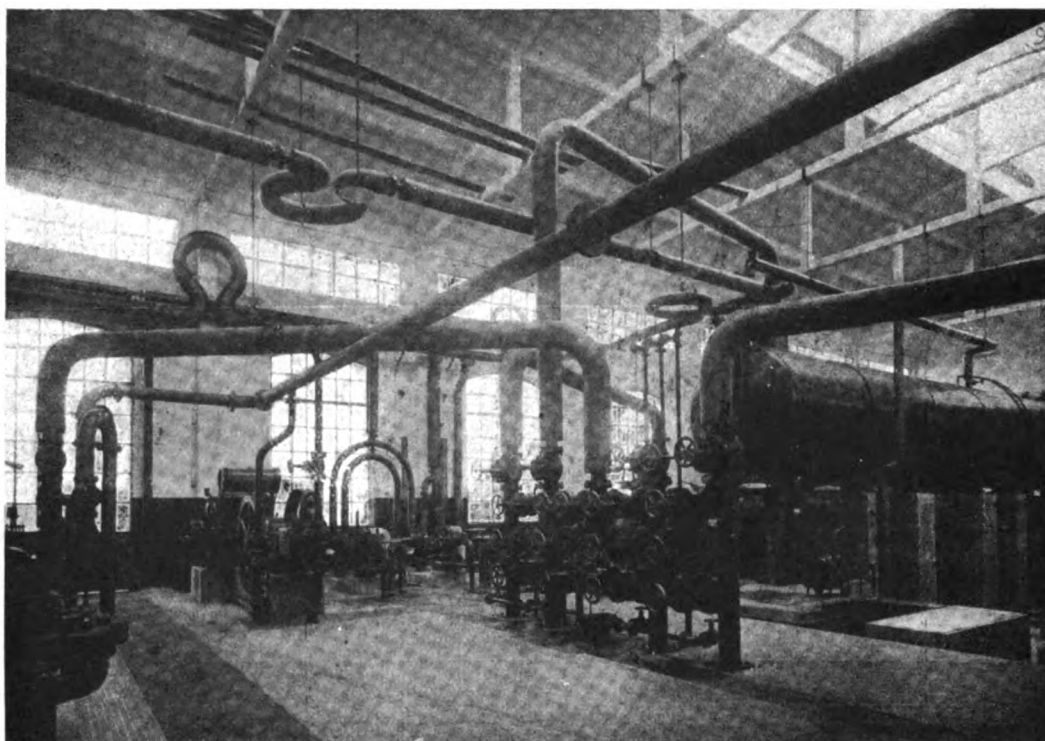



Fig. 9. — La Sala Macchine.

In alto il cilindro di prestito, in basso l'autoclave quasi completamente nascosto dalla batteria delle valvole per l'aria. Verso la finestra le due piccole pompe orizzontali a vapore per la compressione del liquido antisettico; di fianco il compressore ausiliario con motore a benzina. In alto si svolgono le tubazioni di aria e di vapore rivestite di materiale coibente, sotto le lamiere striate corrono le tubazioni dei liquidi antisettici. si vedono sporgere le colonnette coi relativi volantini che comandano le valvole a saracinesca.

che, in materia tanto difficile e varia come quella della preservazione del legno, per discuterne fondatamente occorre tenere presente molte circostanze. Infatti il legno deriva da organismi viventi e ciascun organismo ha le sue caratteristiche speciali di costituzione dipendenti dal terreno e dalla località in cui è cresciuto; esso inoltre è decisamente influenzato dall'epoca del taglio, dal tempo più o meno lungo durante il quale il tronco giace nel bosco dopo l'abbattimento prima di ricavarne le traverse, dal modo con cui le traverse stesse furono conservate, dalla possibilità di più o meno rapidi trasporti del prodotto finito dal bosco ai piazzali di collaudo, ed infine dal tempo intercorso tra il taglio e l'iniezione. Molte deficienze di cui viene data colpa al metodo di iniezione sono invece da riferirsi a sistemi non sempre opportuni di raccolta del legname. È notorio, per esempio, che il faggio, a causa delle nevi che in montagna durano fino sul tardo inverno, viene

quasi sempre tagliato in primavera quando la pianta è già in succhio, per cui il faggio spessissimo ha già avuto modo di deperire durante il tempo che deve necessariamente intercorrere fra il taglio e la iniezione e a tale causa prima è da riferirsi la non lunga durata di talune partite di traverse di faggio iniettato.

Ma quando si pensi che senza l'iniezione certi legnami. quale il faggio, per esempio, ed il pino, non si potrebbero assolutamente impiegare come traverse, quando si pensi ancora che la iniezione per quanto non riesca, come si vorrebbe. a decuplicare la durata

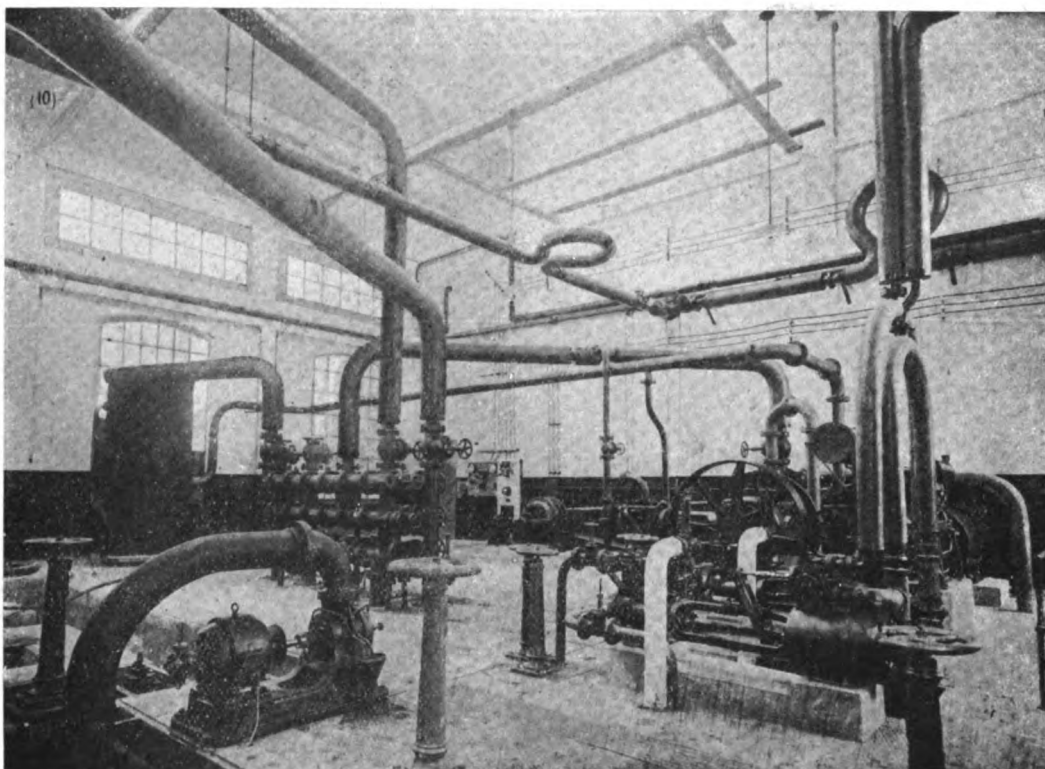



Fig. 10. — La Sala Macchine.

Sul davanti il gruppo moto-pompa di cui alla fig. 6. Sono più chiaramente visibili le pompe a vapore per la compressione del liquido antisettico; si noti il diametro più grande del cilindro per il vapore in confronto di quello per il liquido. Nel centro la batteria delle valvole per l'aria. In fondo: il condensatore, il motore elettrico da 90 HP per il comando del compressore d'aria, nascosto quest'ultimo dalle pompe a vapore e dal compressore ausiliario.

del legno, pur tuttavia rende quattro o cinque volte più lunga la vita del legname in opera, si comprende come questi trattamenti preservativi, così come vengono fatti, cooperino non solo all'economia generale dell'Amministrazione ferroviaria, specie ritardando i costosissimi lavori di revisione, ma anche cooperino alla conservazione ed alla migliore utilizzazione del nostro patrimonio forestale che è fra i più preziosi della Nazione nostra.

Se le Ferrovie dello Stato e per esse i Cantieri Italiani non avessero adottato per la iniezione il sistema economico Rueping e si fosse pensato di iniettare al solo olio di catrame tutte le traverse che occorrono per la Rete Ferroviaria Italiana, ben presto, sia per l'alto costo dell'antisettico necessario, sia pure per la impossibilità di approvvigionare la quantità necessaria di olio di catrame, si sarebbe dovuto rinunciare alla iniezone,

delle traverse, come avvenne durante tutto il tempo di guerra in cui per l'assoluta mancanza di olio molte traverse vennero impiegate allo stato naturale ed altre vennero iniettate al cloruro di zinco.

La miscela di olio di catrame e di cloruro di zinco non è stabile ed occorre agitarla violentemente ed a lungo affinchè l'olio si emulsioni col cloruro di zinco; basta però che l'agitazione sia cessata da una ventina di minuti perchè i due liquidi di diverso peso specifico incomincino a separarsi: l'olio di catrame più pesante precipita in basso in larghi fiocchi neri, in alto rimane il cloruro di zinco bianco lattiginoso, per cui se non si prov-

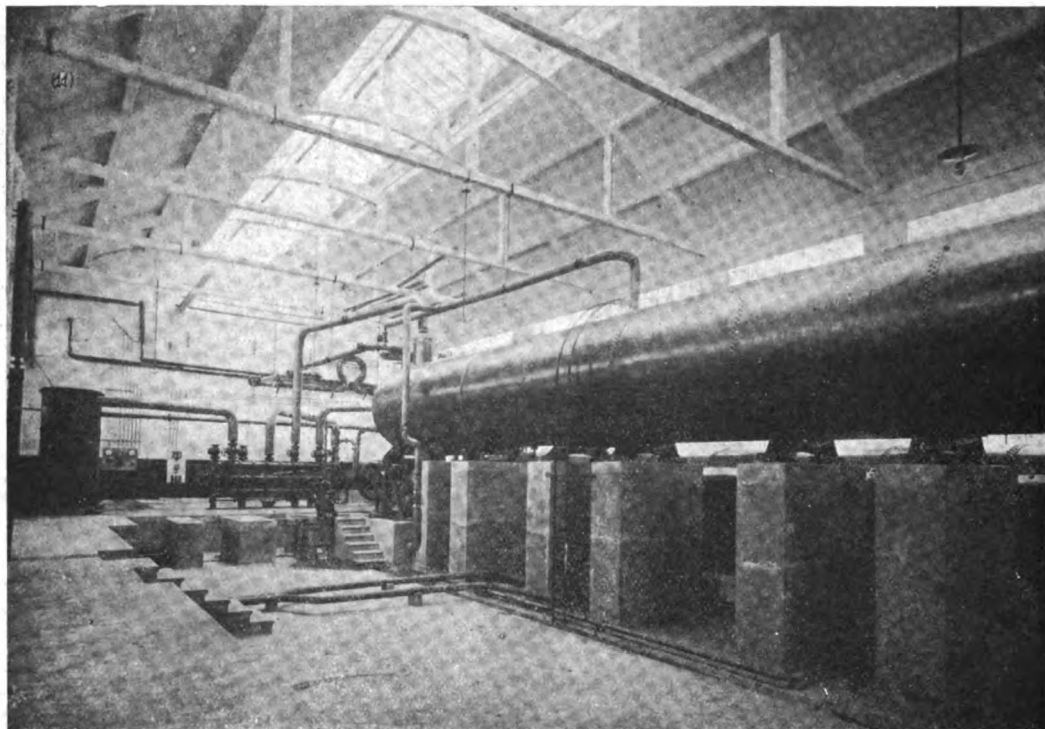



Fig. 11. — Il Serbatoio di Prestito.

Serve a ricoverare il liquido antisettico durante l'apertura dell'autoclave; diametro m. 2,20, lunghezza m. 16. I supporti appoggiati su rulli consentono lo scorrimento del cilindro in relazione alle variazioni di temperatura. Si vede la larga platea in calcestruzzo costruita per la posa di un secondo gruppo autoclave-serbatoio di prestito.

vede a tenere agitata la massa anche durante la iniezione si avrebbe il risultato che le traverse in basso sarebbero iniettate al solo olio di catrame mentre le superiori al solo cloruro di zinco.

A questo risultato non desiderato si ovvia agitando tutta la massa del liquido contenuto nell'autoclave mediante una pompa centrifuga di grande portata che anche durante la iniezione, e cioè alla pressione di 12 e più atmosfere, tiene in movimento ed agita tutto il liquido dell'autoclave.

Si ottiene così lo scopo di mettere tutte le traverse nelle stesse condizioni.

In questi ultimi tempi è stato adottato, come si è detto nel precedente capitolo, l'olio miscelato costituito da due parti di olio di catrame minerale e una parte di catrame di torba. Questo olio miscelato a 60° presenta una densità quasi uguale a quella del cloruro di zinco a 3,5° B. portato pure a 60°.

E facendo la miscela di una parte di olio miscelato con tre parti di cloruro si ottiene un liquido antisettico che non ha più la tendenza a separarsi come il precedente, ma rimane stabile per intere giornate purchè, s'intende, permanga sempre alla temperatura di circa 60°.

§ 5. — I METODI DI INIEZIONE.

Si tratterà ora dei vari metodi di iniezione, ossia dei sistemi per ottenere che i liquidi antisettici, olio di catrame oppure miscela di olio di catrame e cloruro di zinco, penetrino nel legno, lo imbevano e vi restino lungo tempo in sostituzione della linfa.

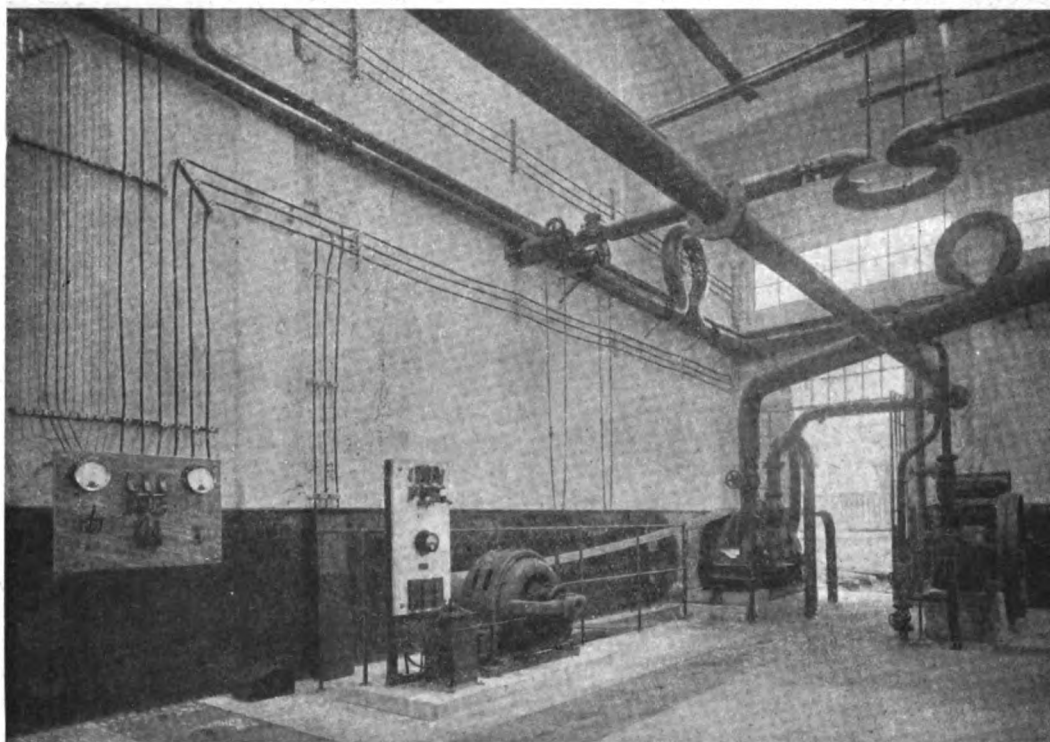



Fig. 12. — I compressori d'aria.

Il compressore d'aria principale mosso da motore elettrico da 90 HP. Esso è monocilindrico e può dare 14 mc. d'aria libera aspirata compressa a 6 atmosfere per ogni minuto primo. Mediante valvole di scambio poste sulla tubazione aspirante e premente del compressore esso fa anche da pompa a vuoto, prendendo l'aria dall'autoclave e comprimendola nell'atmosfera. Si raggiunge il vuoto del 90 %. A destra il compressore ausiliario con motore a benzina dà una quantità d'aria metà del precedente.

Descriveremo due metodi tipici essenzialmente diversi, tutti gli altri potendo più o meno riferirsi a questi due, e precisamente il metodo Giussani in vasi aperti e il metodo di vuoto e pressione in vasi chiusi.

A). *Il sistema di iniezione Giussani in vasi aperti.*

Si è già detto che per essere iniettate le traverse devono essere bene essiccate, ossia prive della umidità e della linfa, ma il metodo Giussani prescinde dalla essiccazione naturale del legno, anzi più il legno si presenta verde e meglio risponde alle finalità della iniezione. Però anche con tale metodo evidentemente occorre scacciare la linfa dai vasi del legno ed ecco in quale modo:

In una grande vasca aperta trovasi dell'olio di catrame riscaldato alla temperatura di 115° mediante serpentini di vapore. Poichè l'olio di catrame, come si è visto, può essere portato anche a 150° liberandosi soltanto il 3 % del suo peso, quando si trova alla temperatura di 115° è semplicemente riscaldato, non dà cioè alcun segno di ebollizione.

In questa vasca così preparata vengono immesse le traverse e siano queste pure tagliate di fresco o, come si dice, ancora verdi e piene di linfa.

Continuando a fornire calore al bagno anche le traverse assumono dopo un certo tempo una temperatura superiore ai 100°; a tale temperatura l'acqua che per la maggior

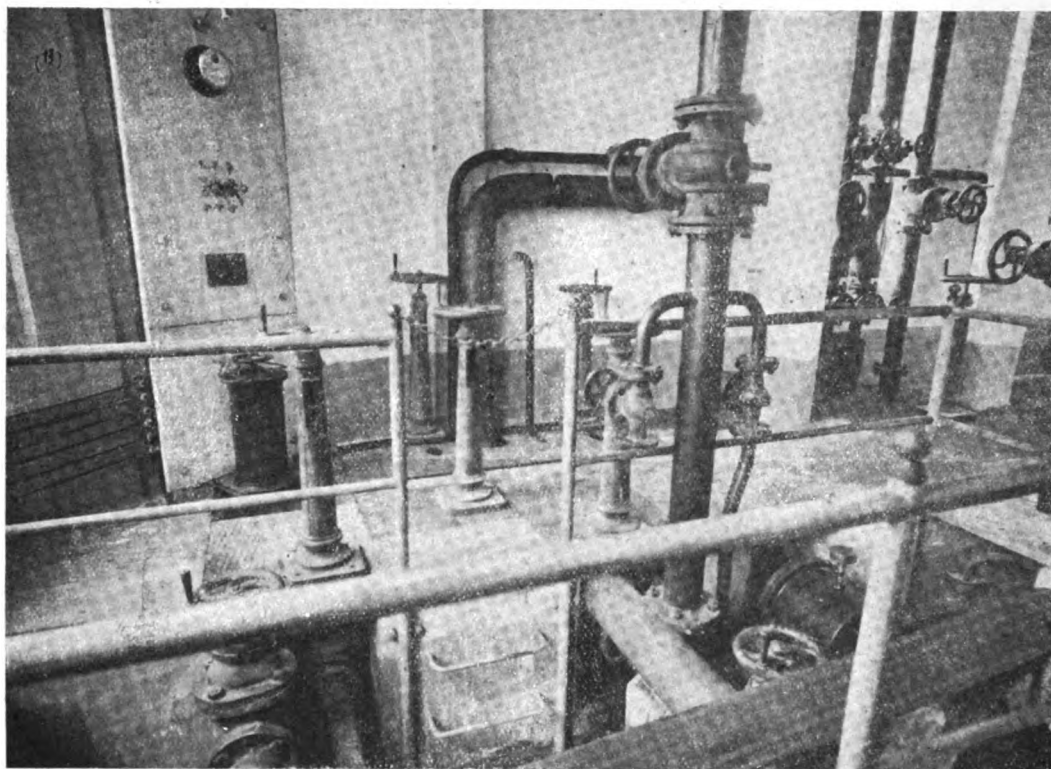



Fig. 13. — Un gruppo di comandi nel locale sotto ai serbatoi da metri cubi 60.
In basso la pompa a segmento oscillante, reversibile, senza valvole, specialmente adatta per travaso olî densi.

parte compone la linfa contenuta nei vasi del legno, si sprigiona in forma di vapore, le cui bollicine attraversano la massa dell'olio calda e si esauriscono alla superficie.

Se si lasciano immerse le traverse nel bagno finchè ogni movimento sia cessato si può essere sicuri che tutta l'umidità contenuta nel legno è sfuggita, eccettuata una piccola parte la quale, trovandosi allo stato di vapore, è dilatata di circa 1700 volte il suo volume primitivo ed occupa ugualmente tutti i pori del legno dai quali avrà scacciata anche l'aria che vi era contenuta.

Se ora si abbassa la temperatura del bagno facendo percorrere i serpentini da acqua fredda anzichè da vapore anche la temperatura delle traverse verrà ad abbassarsi e il vapore che occupava tutti i pori del legno trasformandosi di nuovo in acqua formerà nei vasi del legno un vuoto pressochè completo che verrà necessariamente riempito dal

liquido circostante (nel nostro caso olio di catrame) che si precipiterà negli stessi vasi del legno spintovi dalla pressione atmosferica esterna.

Così il legno resterà imbevuto nel modo più completo e più uniforme qualunque siano le sue forme, le sue proporzioni, qualunque sia il suo grado di stagionatura e la compattezza della sua fibra.

L'identico fenomeno, cioè l'imbibizione del legno, avverrebbe anche nel caso in cui il legno non si lasciasse raffreddare col medesimo bagno, ma venisse rapidamente levato dal bagno caldo per immergerlo immediatamente in un bagno freddo di uguale natura del bagno riscaldatore o anche di natura differente, e questo fatto è importante, poichè

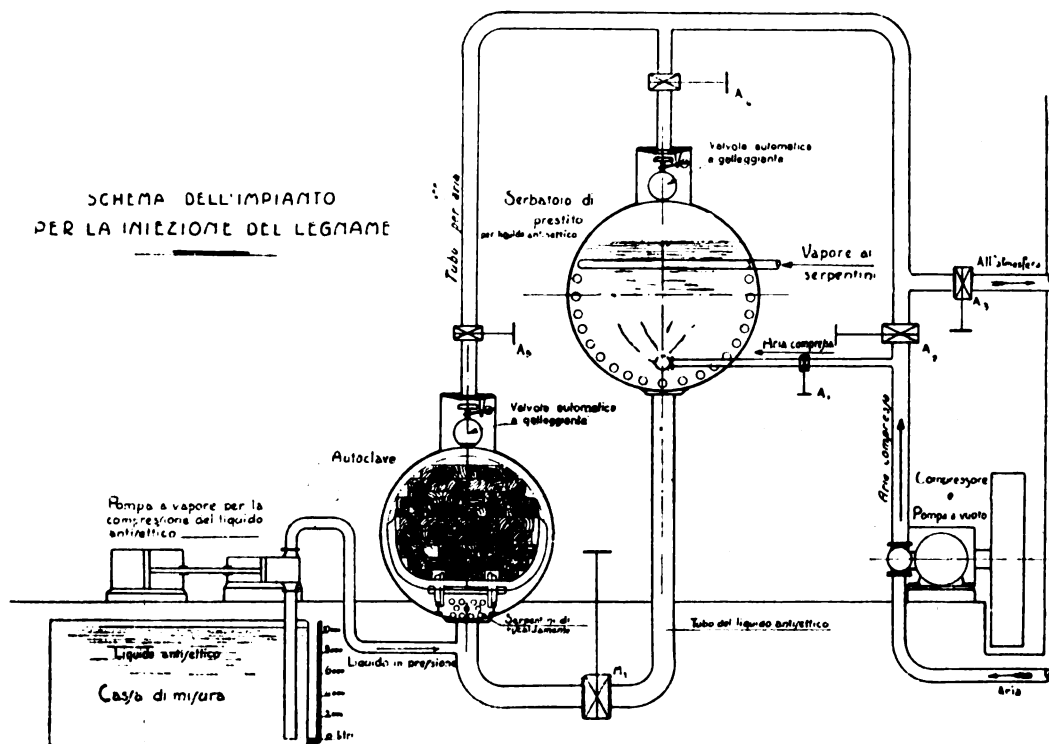



Fig. 14.

in tal modo si può ottenere l'assorbimento anche di sostanze il cui punto di ebollizione sia inferiore ai 100°, quale per esempio la soluzione di cloruro di zinco.

Come si può facilmente comprendere dalla tecnica su esposta, tale sistema presenta alcuni vantaggi che non sono comuni ai metodi che spiegheremo in seguito, metodi oggigiorno quasi universalmente adottati, sopratutto a causa della loro rispondenza in linea economica.

I vantaggi del metodo Giussani sono i seguenti:

1° Il legno non ha bisogno di stagionatura sui piazzali; non solo cessa il bisogno di grandi piazzali, ma vengono anche evitati tutti quegli incipienti deterioramenti che sono sempre concomitanti con la stagionatura naturale all'aria libera.

2° Le fibre del legno vengono sottoposte ad una temperatura alla quale non si verifica nessun danno per le fibre del legno; d'altra parte l'assorbimento si ottiene colla semplice pressione atmosferica, quindi è evitato al legno ogni danno derivante da un eccesso di pressione che tende sempre ad alternarne la compagine.

3° L'assorbimento del liquido antisettico è il massimo che può essere consentito per quel dato legname, la penetrazione del liquido è ottima in quanto, favorita dal vuoto formatosi nei vasi, può arrivare fino al centro; in ogni modo è uniforme su tutta la superficie.

A questi grandi vantaggi d'indole tecnica stanno di contro svantaggi troppo forti d'indole economica, e precisamente la evaporazione della linfa è operazione molto lunga e costosa poichè si tratta di evaporare forti quantità d'acqua e molto calore bisogna fornire coi serpentini di vapore; inoltre l'assorbimento dei liquidi antisettici è così forte da essere sproporzionato alle quantità occorrenti per rendere immune il legno.

E il sistema Giussani, per quanto ottimo dal punto di vista tecnico, cadde in disuso, vinto da sistemi purtuttavia buoni e molto più economici. Sono questi i sistemi a vuoto e pressione in recipienti chiusi.

B) *Il metodo di iniezione a vuoto e pressione in recipienti chiusi.*

Il sistema di iniezione in recipienti chiusi nei quali sia possibile fare il vuoto e conseguentemente la compressione, è oramai generalmente usato dalla grande maggioranza dei Cantieri di iniezione Italiani ed Esteri ed è quello usato anche nel Cantiere di Livorno. La tecnologia del sistema può essere così schematicamente tratteggiata. (*Vedasi al proposito la figura 14 con lo schema dell'impianto*).

Le traverse convenientemente essiccate per lunga stagionatura sui piazzali del Cantiere vengono caricate su appositi carrellini che, dopo essere stati pesati, vengono introdotti in un lungo cilindro ad asse orizzontale detto autoclave. Chiuso l'autoclave, è possibile fare in questo il vuoto mediante apposita pompa a vuoto; si estrae così non solo tutta l'aria contenuta nell'autoclave, ma anche parte dell'aria e dell'umidità che il legno trattiene fra le sue fibre; non è però da pensare che in tale modo si riesca ad ottenere nei vasi del legno il vuoto di cui abbiamo parlato precedentemente trattando del metodo Giussani, poichè se così fosse sarebbe in breve e con tutta facilità raggiunto lo stesso scopo che col metodo Giussani viene ottenuto con tanta spesa e con tanta perdita di tempo, nè avrebbe ragione d'essere l'operazione di compressione che si fa seguire al vuoto. Mentre nell'autoclave si raggiunge un vuoto del 90 % e più, nel legno si viene a creare un modesto vuoto superficiale che non ha alcuna influenza nell'interno della traversa e che provocherà poi in presenza del liquido antisettico un piccolo e talvolta trascurabile assorbimento di liquido. Nè è da credere che continuando per lungo tempo a fare il vuoto, tenendo la macchina in movimento, si ottengano risultati migliori, poichè in questo caso la forza che tende a formare il vuoto nell'interno del legno è il debole richiamo costituito dalla depressione esistente nell'interno dell'autoclave e non, come nel sistema Giussani, la poderosa forza interna del vapore sprigionantesi nell'interno di ogni fibra per la trasformazione a causa del calore fornito, dell'umidità stessa del legno in vapore, vapore che tende a sfuggire e sfugge realmente vincendo ogni ostacolo, e lasciando dietro di sè il vuoto quasi assoluto.

Costituito nell'interno dell'autoclave il vuoto di cui abbiamo ben specificato la portata agli effetti dalla iniezione, si fa arrivare nell'autoclave, mentre vi perdura detto vuoto, il liquido antisettico caldo, il quale cade per proprio peso da un altro cilindro, detto il serbatoio di prestito, pure ad asse orizzontale, posto parallelamente e più in alto dell'autoclave. Il passaggio del liquido dall'uno all'altro serbatoio è molto rapido a causa

del grande diametro delle tubazioni di comunicazione ed è reso anche più rapido dalla depressione che si ha nell'autoclave essendo il serbatoio di prestito messo in comunicazione con l'atmosfera. Le funzioni cui serve il serbatoio di prestito sono diverse: anzitutto, come dice il nome, serve a ricoverare durante l'apertura dell'autoclave la grande massa di liquido di manovra (circa 30 metri cubi) che va a riempire gli interstizî fra traversa e traversa, e gli spazî liberi fra traversa e autoclave; inoltre nel serbatoio di prestito mediante serpentini percorsi da vapore avviene il riscaldamento del liquido antisettico fino a circa 80° e nel contempo, mediante l'aria compressa che sfugge dai forellini praticati in un lungo tubo posto in basso, avviene la mescolanza o l'emulsione dell'olio di catrame nel cloruro di zinco.

Per riscaldare e miscelare il liquido antisettico si utilizza l'intervallo di tempo occorrente per l'uscita della carica iniettata e per l'ingresso di quella da iniettare.

Quando l'autoclave è pieno di liquido, la valvola automatica a galleggiante, esistente nel duomo, alzandosi, tappa l'unico tubo da cui il liquido potrebbe uscire e ferma così la discesa del liquido dal serbatoio di prestito; inoltre, essendo l'autoclave munito di tubi di livello, è facile seguirne il graduale riempimento fino alla sommità del duomo. Assicuratisi del completo riempimento dell'autoclave si chiude la valvola M_1 di comunicazione col serbatoio di prestito, e così l'autoclave rimane completamente isolato dal restante dell'impianto.

Si mette allora in moto la pompa a vapore per la compressione del liquido antisettico. Detta pompa prende il liquido antisettico da una cassa tarata, detta appunto cassa di misura, e lo comprime a mezzo di apposita tubazione entro l'autoclave e conseguentemente entro le traverse.

Dapprima la pompa lavora attivamente poichè per la lunga essiccazione e per il vuoto fatto, le traverse hanno una pronta capacità di assorbimento; in tale primo periodo il manometro in comunicazione con l'interno dell'autoclave segna una pressione fra due e tre atmosfere. Questo periodo di facile assorbimento a bassa pressione è più o meno lungo a seconda delle diverse essenze; brevissimo per la rovere e molto lungo invece per il faggio, e per una stessa essenza è in ragione diretta del grado di essiccazione.

Se consideriamo, per esempio, delle traverse di cerro ben stagionate, il periodo di facile assorbimento ha una durata di una diecina di minuti e poi relativamente presto la pressione sale gradualmente in circa un quarto d'ora fino a 12 atmosfere. Giunti a questo punto la pompa, che è calcolata in modo da essere quasi autoregolatrice, va molto lentamente e fornisce piccole quantità di liquido all'autoclave all'incirca 100 litri al minuto primo che, suddivisi per le 400 traverse contenute nell'autoclave, costituiscono un assorbimento medio di circa un quarto di litro per traversa e per ogni minuto primo.

Alla pressione costante di 12 atmosfere si mantiene tale piccola andatura della pompa per circa mezz'ora o tre quarti d'ora, e durante questo tempo avviene la graduale penetrazione del liquido antisettico fino verso il centro della traversa. Evidentemente però gli assorbimenti per unità di tempo andranno sempre più affievolendosi e la pompa diminuirà in conseguenza la sua andatura finchè si arriverà ad un momento che, fermata la pompa, la pressione in autoclave rimarrà costante sulle 12 atmosfere: ciò significa che la capacità delle traverse ad imbeversi alla pressione massima di 12 atmosfere che non si vuol superare, è diventata nulla, poichè se così non fosse le traverse assorbireb-

bero il liquido dell'autoclave e la pressione diminuirebbe. Questo è praticamente il segno più chiaro che la iniezione è finita.

Però l'operatore, conoscendo la essenza ed il numero delle traverse entrate in autoclave, conoscendo pure l'assorbimento medio per ciascuna traversa di quella determinata essenza, è in grado di sapere a priori la quantità di liquido antisettico che dovrà fornire alla carica che sta per trattare, ed inoltre dal comportamento delle traverse nel primo periodo di iniezione a bassa pressione giudica senz'altro della buona o cattiva stagionatura del legname e può indurre sulla durata della operazione completa di iniezione.

Per 400 traverse, costituenti una carica, l'operatore dovrà pompare all'incirca le seguenti quantità di liquido:

litri	4.000	per il	rovere
»	6.000	»	cerro
»	10.000	»	faggio
»	12.000	»	pino

Come si vede, si tratta di quantità rilevanti e notevolmente diverse a seconda dell'essenza.

Durante la iniezione occorre tenere agitata la miscela affinchè non avvenga che, separandosi questa nei suoi componenti, le traverse in basso risultino iniettate al solo olio di catrame e quelle in alto al solo cloruro di zinco. Perciò durante la iniezione una pompa centrifuga di grande portata e bassa prevalenza rivolge continuamente la massa del liquido contenuto nell'autoclave prelevandolo ad un'estremità inferiore dell'autoclave per cacciarlo poi a mezzo di una lunga tubazione superiormente all'estremità opposta; con questo artificio si riesce a mantenere omogenea la miscela per tutto il tempo necessario per la iniezione.

Finita la iniezione si ferma la pompa per la compressione e si apre la valvola M_1 di comunicazione con il serbatoio di prestito. Immediatamente si scarica la pressione dell'autoclave.

Mediante la stessa pompa centrifuga che serve ad agitare il liquido entro l'autoclave, si manda ora il liquido dall'autoclave al serbatoio di prestito stabilendone, mediante la manovra delle valvole, l'esatto istradamento. In breve l'autoclave si vuota di liquido e si mette alla pressione atmosferica.

Finito il travaso, chiusa la valvola M_1, a mezzo del compressore che fa anche da pompa a vuoto si torna a fare il vuoto nell'autoclave e ciò allo scopo di favorire lo stillicidio delle traverse nelle quali il liquido antisettico trovasi ancora compresso a forte pressione. Si evita in tale modo il disperdimento inutile del liquido antisettico sul piazzale, e le traverse escono sufficientemente asciutte per essere dopo qualche ora maneggiate dagli uomini per il carico sui carri ferroviari per la conseguente spedizione.

Il vuoto di cui ora si è trattato tocca pure il 90 % e dura all'incirca una quindicina di minuti.

Si ristabilisce alla fine la pressione atmosferica, si apre l'autoclave e si fanno uscire le traverse che, ancora calde, escono circondate da una nuvola di vapor d'acqua impregnato di vapori di olio di catrame.

Le traverse, da bianche che erano prima della iniezione, sono diventate di un caratteristico colore bruno dato dall'olio di catrame, per cui nei cantieri si suole distinguere le traverse naturali, da quelle iniettate, chiamandole rispettivamente bianche e nere.

* * *

I vantaggi del sistema ora descritto consistono nella grande economia e rapidità del trattamento non disgiunta da un'efficace e profonda penetrazione del liquido antisettico.

Le varie fasi del processo sono ottenute col minor dispendio e nel più breve tempo possibile; infatti:

1º la essiccazione delle traverse, compiendosi all'aria libera, è relativamente poco costosa e richiede soltanto l'approvvigionamento tempestivo del legname, e vasti piazzali bene aereati dove le traverse possono venire ordinatamente accatastate;

2º la penetrazione facile e rapida del liquido antisettico nelle traverse, favorita, come si è detto, oltrechè dalla preventiva essiccazione, anche dalla forte pressione di 12 atmosfere e dalla temperatura di circa 65º a cui viene assoggettato il liquido antisettico, permette una larga produzione e rende il metodo industrialmente redditizio, poichè le spese generali e le spese per ammortamenti ed interessi del capitale impiegato per l'impianto, si possono suddividere su un grande quantitativo di traverse iniettate rendendo limitato il costo di iniezione di ciascuna traversa.

3º il vuoto finale permette di ricuperare la grande maggioranza del liquido assorbito in più dalle traverse e che andrebbe inutilmente perduto sui piazzali in lento stillicidio.

E non è da credersi che questo ricupero sia piccola cosa, poichè per certe essenze (quali, per esempio, il pino) esso rappresenta circa il 60 % del liquido iniettato.

* * *

C) *Il sistema economico del Rueping a vuoto e pressione in vasi chiusi.*

Come si è già diffusamente spiegato nel capitolo che tratta dei liquidi antisettici usati dalle Ferrovie dello Stato, il Rueping ha ideato due principî per rendere economico il sistema di iniezione: il primo, di fare pervenire piccolissime quantità di olio internamente alla traversa dando un mezzo all'olio stesso per agevolarne la distribuzione entro la traversa, è già stato descritto nel capitolo sopra ricordato; il secondo principio, quello cioè di economizzare l'olio o la miscela antisettica a mezzo di speciali accorgimenti di iniezione, viene trattato ora.

Vi sono delle essenze quali il faggio ed il pino che se sono, come devono essere, ben stagionate, sotto le alte pressioni dell'autoclave, assorbono enormi quantità di liquido antisettico, molto superiori alla loro effettiva capacità di assorbimento, comportandosi un po' come una spugna, per cui quando si ristabilisce la pressione atmosferica cedono il liquido trattenuto in più e per molte ore continuano a gemere in lento stillicidio sui piazzali una grande quantità di liquido antisettico che, per quanto meno costoso dell'olio di catrame puro, non deve essere disperso senza scopo. Il Rueping ha pensato allora di iniettare preventivamente nel legno (faggio e pino) dell'aria a 2 atmosfere e di farvi arrivare il liquido antisettico permanendo nell'autoclave questa pressione d'aria.

Per ottenere ciò praticamente, basta mediante il compressore d'aria, insufflare parallelamente nell'autoclave completamete chiuso e già ripieno delle traverse, e nel serbatoio di prestito pur esso completamente e chiuso ripeno di liquido antisettico, aria compressa fino al raggiungimento delle due atmosfere; mettendo poi in comunicazione, per mezzo

della tubazione del liquido antisettico, il serbatoio di prestito con l'autoclave, per la maggiore altezza del serbatoio di prestito il liquido passerà con tutta facilità nell'autoclave mentre un eguale volume di aria passerà nel serbatoio.

Riempito l'autoclave in queste condizioni, l'aria che trovavasi nei canalicoli superficiali ed interni delle traverse alla pressione di due atmosfere, viene ad essere imprigionata dal liquido circostante pure a due atmosfere. Quando l'autoclave è pieno, la valvola a galleggiante chiude automaticamente il tubo da cui sfugge l'aria e poi a mano si chiude la valvola M_1, della tubazione del liquido, e si incomincia a pompare dell'altro liquido antisettico come descritto precedentemente.

L'aria che riempiva i canalicoli del legno sotto l'aumentare della pressione nell'autoclave diminisce di volume, tanto che a 12 atmosfere occupa soltanto 1/6 del primitivo

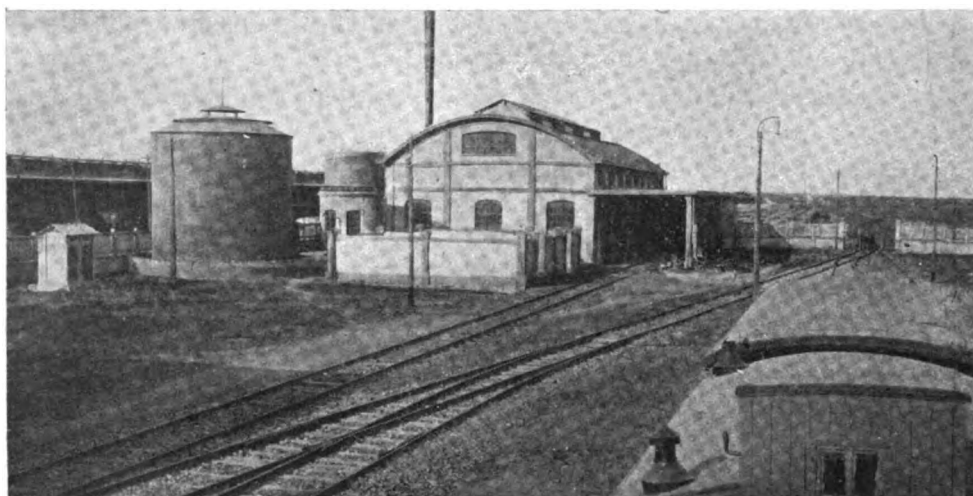



Fig. 15. — Veduta del Cantiere. Piazzale interno e Capannone principale.

Si vede il camino in lamiera costruito secondo il brevetto Prat, la pensilina che adduce all'officina meccanica. Sul davanti il grosso serbatoio della capacità di 500 metri cubi per ricovero dell'olio di catrame, a fianco il locale per il carbone. Più indietro i due piccoli serbatoi da 60 metri cubi ciascuno per la composizione della miscela antisettica. Nello sfondo il piazzale esterno per deposito delle traverse.

volume, e viene cacciata dal liquido nel fondo dei vasi del legno formando dei cuscinetti d'aria perfettamente elastici pronti a riprendere il volume primitivo quando, cessata la pressione in autoclave, vengono ristabilite le condizioni di ambiente; allora l'aria espelle tutto il di più di liquido che altrimenti ristagnerebbe entro i canali e ne lascia soltanto un tenue velo sulle pareti dei canali. Viene così rapidamente ricuperato nell'autoclave stesso, e si favorisce tale ricupero col formare nell'autoclave il vuoto finale, tutta quella parte di liquido che sarebbe andata perduta sui piazzali.

Questo sistema viene usato dalle Ferrovie dello Stato nella iniezione del pino che rifiuta circa il 60 % del liquido iniettato, e talvolta anche del faggio quando si presenti molto bene stagionato.

Nel trattamento delle essenze più forti, quali il cerro ed il rovere con alburno, non viene fatta iniezione preventiva di aria, e si segue il metodo schematicamente indicato al punto B.

§ 6. — Il Cantiere Iniezione Legnami di Livorno Scalo Navicelli.

Le ragioni che hanno determinato l'Amministrazione ferroviaria a costruire e ad esercire un proprio Cantiere per la iniezione dei legnami sono da ricercarsi nelle condizioni determinatesi negli anni di guerra e nell'immediato dopo guerra, quando cioè l'industria privata, venuta meno in parte per la chiusura di qualche Cantiere, era diventata assolutamente insufficiente coi due soli Cantieri di cui uno a Napoli della Società Rueping, con una produzione annua di 800.000 traverse, e l'altro a Roma della Società per la Conservazione del Legno, con una produzione annua di 100.000 traverse, a coprire il fabbisogno di traverse iniettate che invece facevasi di anno in anno sempre maggiore sia per l'aumentato numero di traverse che richiedevano trattamenti preservativi per la loro razionale utilizzazione, sia per l'aumentato fabbisogno di traverse in relazione al maggiore

Fig. 16. — L'ingresso al Cantiere. Il Fabbricato Uffici.
A destra una parte del Fabbricato Alloggi per il personale del Cantiere.

sviluppo della Rete ferroviaria per le linee dovute all'annessione delle Provincie Redente. Durante la guerra e nell'immediato dopo guerra, molte traverse di rovere con alburno e di cerro, si dovettero impiegare allo stato naturale per l'impossibilità di poterle iniettare, non solo, ma anche di poterle trasportare per l'assoluta mancanza di carri ferroviari. Fu allora, e cioè nel 1918, che venne decisa la costruzione di un Cantiere fisso e di un Treno Cantiere mobile per la iniezione dei legnami.

Tali impianti risultano oggi veramente provvidenziali poichè il fabbisogno annuo di traverse, che nel 1918 era di circa due milioni di pezzi dei quali circa un milione e mezzo richiedeva trattamenti preservativi, attualmente è di circa tre milioni di pezzi che occorre inviare per la quasi totalità alla iniezione.

Per il Cantiere fisso venne scelta la località di Livorno quale meglio rispondente ai percorsi da farsi fare alle traverse, in quanto Livorno trovasi quasi al baricentro della zona di smistamento dei legnami che affluiscono al Cantiere dall'Italia Centrale (Umbria, Lazio, Toscana) e che vengono dopo la iniezione impiegati nei circonvicini e nell'Italia nord-occidentale.

A questo proposito si osserva che, data la speciale configurazione dell'Italia, per rendere i trasporti delle traverse meno onerosi, si avrebbe interesse ad avere diversi cantieri per la iniezione delle traverse in modo che ciascun cantiere ricevesse la produzione di legname dalle località vicine e riversasse poi i materiali iniettati su linee prossime al

Cantiere. A questo risultato, attuabile del resto soltanto in via di grande massima, già si tende ad avvicinarci, poichè: Il Cantiere di Napoli della Società Rueping, munito di due autoclavi, atto a dare una produzione annua di circa 800.000 traverse, riceve i legnami dalla Calabria e serve tutta l'Italia Meridionale e le Isole;

Il Cantiere di Roma della Società per la Conservazione del legno, munito di un piccolo autoclave, con una produzione annua di circa 100.000 traverse, riceve il legname dal Lazio e serve tutta l'Italia Centrale lato Tirrenico;

Il Treno Cantiere delle Ferrovie dello Stato, che svolge la sua campagna a Foligno, munito di un piccolo autoclave atto a dare una produzione annua di 150.000 traverse, riceve parte del legname fornito dall'Umbria e serve l'Italia Centrale lato Adriatico e l'Umbria;

Il Cantiere di Livorno delle Ferrovie dello Stato, munito per ora di un solo autoclave, ma con l'impianto predisposto in modo da potere installare senza difficoltà un secondo autoclave, dà una produzione annua di 400.000 traverse e riceve il legname dall'Umbria e dalla Toscana e serve parte dell'Italia Centrale e tutta l'Italia Nord occidentale; ed infine

Il Cantiere di Mestre della Società per la Conservazione del legno, costuito quasi contemporaneamente a quello delle Ferrovie dello Stato, e munito anch'esso di un solo autoclave, dà una produzione annua di 400.000 traverse, viene alimentato in gran parte colle traverse che si devono forzatamente acquistare fuori d'Italia, non essendo sufficiente la produzione italiana a coprire il fabbisogno delle Ferrovie dello Stato e serve tutta l'Italia nord-orientale.

Le produzioni annue sopra accennate per i diversi Cantieri sono molto approssimative e si devono intendere per un solo turno di lavorazione di otto ore; quando si adottino due turni o addirittura si attui la lavorazione continua, le produzioni anzidette vengono rispettivamente raddoppiate o triplicate; e già si è dovuto ricorrere, nel Cantiere di Livorno ed anche nei Cantieri privati, almeno per alcuni mesi dell'anno, al raddoppio dei turni di lavoro per coprire il fabbisogno attuale di traverse iniettate.

* * *

Il Cantiere Iniezione Legnami di Livorno venne aperto all'esercizio nell'aprile dell'anno 1922. Esso occupa un'area di circa 80.000 metri quadrati con uno sviluppo lineare di 800 metri nella zona industriale di Livorno. Le traverse giungono e partono dal Cantiere per via terra a mezzo del raccordo ferroviario con la stazione di Livorno San Marco, ma possono anche giungere e partire per via di mare a mezzo del Canale dei Navicelli.

Il progetto del Cantiere venne studiato in ogni suo particolare dal Servizio Lavori che sorvegliò la costruzione dei varî fabbricati, nonchè provvide presso Ditte specialiste, tutte italiane, all'acquisto dello svariato macchinario occorrente all'impianto, e direttamente ne curò la messa in opera, provvedendo anche all'installazione delle numerose tubazionî di vapore, di liquidi antisettici, di acqua e di aria.

Vennero così fatti costruire presso la Ditta Franco Tosi di Legnano i grossi corpi cilindrici quali: le due caldaie Cornovaglia, il serbatoio di prestito e l'autoclave, il condensatore con tutti i relativi accessori; la Ditta Nathan Uboldi di Milano costruì un grande serbatoio in lamiera da 500 metri cubi da servire per la riserva dell'olio di catrame; la Ditta Cerpelli di Spezia fornì il compressore e le pompe a vapore ad alta pressione;

le Officine di Savigliano fornirono l'argano elettrico ed un motore elettrico da 90 HP altri motori elettrici e piccole pompe centrifughe vennero forniti dalla Ditta Marelli; le numerose tubazioni vennero installate dalla Ditta Alberti di Spezia e furono rivestite di materiale coibente dalla Ditta Martiny di Torino.

I vari fabbricati, fra i quali va notato, per la grande luminosità interna nonchè per la snellezza e per la leggerezza della struttura, il grande capannone in cemento armato, vennero costruiti dalla Ditta Chini di Milano.

L'impianto venne studiato in modo da potere rispondere a tutte le esigenze richieste dai varî metodi di iniezione, pur sempre tenendo presente che esso doveva servire principalmente per la iniezione col sistema caratterizzato dal vuoto e pressione in vasi chiusi.

Le macchine, le tubazioni, la rete dei binari principali e secondari, la dotazione dei carrelli speciali, e tutti i servizi accessori, vennero progettati con la dovuta larghezza in modo da garantire un esercizio continuo ed intenso, rapido ed economico. Si è posta ogni cura nel prevedere di ridurre al minimo le spese di manutenzione, nonchè le spese di personale, mediante un razionale impiego del macchinario.

Fu così che il Cantiere di Livorno sorse dotato di mezzi tali da consentire nelle otto ore lavorative una produzione maggiore del previsto, permettendo un notevole risparmio rispetto all'importo che per l'identico lavoro viene dall'Amministrazione ferroviaria tuttora pagato all'industria privata. Infatti attualmente il costo globale per la iniezione di ciascuna traversa, antisettici esclusi, presso il Cantiere di Livorno è di L. 1,50, mentre per l'istesso identico lavoro si pagano oggi giorno all'industria privata L. 3,00.

Facendo astrazione da spese per ammortamenti ed interessi di capitale impiegato, l'unica aggiunta da fare al costo di L. 1,50 anzidetto per compararlo esattamente col prezzo pagato all'industria privata è quella del servizio di tradotta, che il Cantiere di Livorno non paga, mentre viene pagato dai Cantieri privati e che importa circa L. 0,20 per traversa. Si hanno dunque L. 1,70 contro L. 3,00; ossia si ha per ogni traversa iniettata a Livorno un risparmio di L. 1,30 rispetto alla spesa che si avrebbe se detta traversa si fosse dovuta inviare per la iniezione a Napoli, a Roma o a Mestre, e ciò senza tenere conto del notevole risparmio per il minore percorso e per l'assenza assoluta di falsi trasporti per le traverse.

Il risparmio unitario di L. 1,30 moltiplicato per le 650.000 traverse che il Cantiere produce attualmente ogni anno intensificando la propria produzione normale, si ha un risparmio globale annuo di L. 845.000, risparmio che permette di ammortizzare in sei anni, all'interesse del 6 %, il capitale di L. 4.200.000 impiegato per la costruzione del Cantiere.

Come si vede, si ha per il Cantiere di Livorno un risultato economico veramente degno di essere segnalato, tanto più rimarchevole in quanto il Cantiere, per essere gestito da una Amministrazione statale, secondo l'opinione comune, avrebbe dovuto essere passivo.

* * *

Il Cantiere ha come principale fabbricato un capannone in cemento armato nel quale trova posto la sala macchine, la sala caldaie, il locale per l'argano e l'officina meccanica.

Nella sala macchine si hanno i due grossi serbatoi cilindrici (autoclave e serbatoio di prestito), le pompe per la compressione, il compressore d'aria mosso da un motore di 90 HP e la batteria delle valvole d'aria per la distribuzione dell'aria ai vari serbatoi.

I corpi cilindrici e le tubazioni di vapore e di liquido sono rivestiti di materiale coibente; le tubazioni hanno grandi diametri per permettere il rapido passaggio dei liquidi, poichè i perditempi inerenti ai travasi devono essere ridotti al minimo possibile.

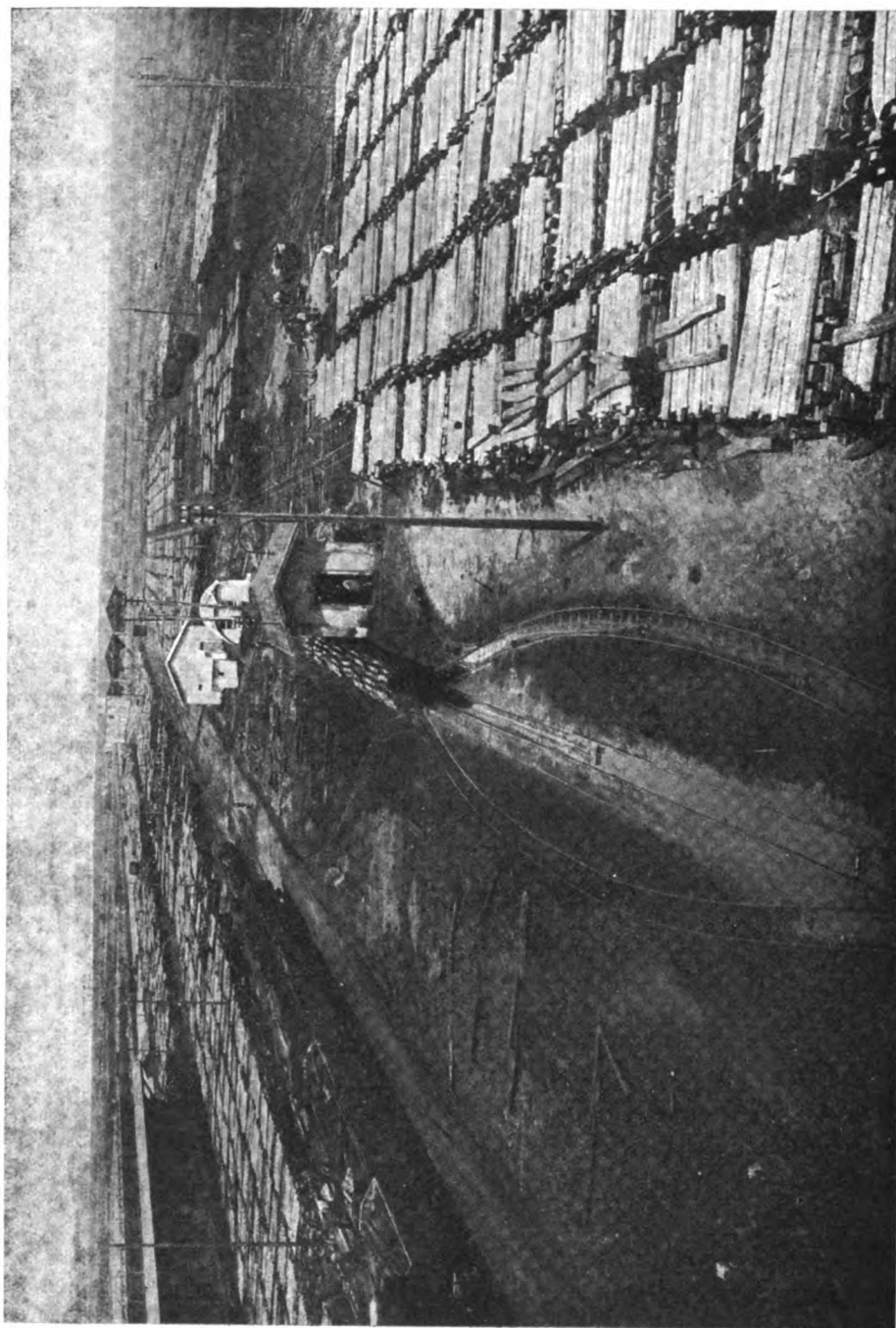



Fig. 17. — Veduta generale del piazzale di deposito delle traverse.

Sul davanti 3 binari decauville scartamento m. 0,60. Il binario curvo di destra serve per l'ingresso della carica da iniettare, il binario diritto centrale per l'uscita della carica iniettata che si vede infatti mentre transita davanti al locale detto della pesa per la pesatura di ciascun carrello prima e dopo la iniezione. A destra il piccolo gruppo delle macchine per la lavorazione delle traverse. Si noti la estesa rete dei binari principali e dei binari decauville. A sinistra carri ferroviari per il carico delle traverse iniettate.

Si ha inoltre un condensatore in cui vengono condensati i vapori che provengono dall'autoclave quando vi si opera il vuoto.

Tutti i motori sono alimentati con corrente alternata trifase, 250 Volt, 50 periodi, fornita dalla Società Ligure Toscana.

La sala caldaia comprende due caldaie Cornovaglia della superficie riscaldata di mq. 76 ciascuna; ma bastando una sola per fornire il vapore occorrente per i riscaldamenti e per il funzionamento delle pompe a vapore; dette caldaie funzionano alternati-

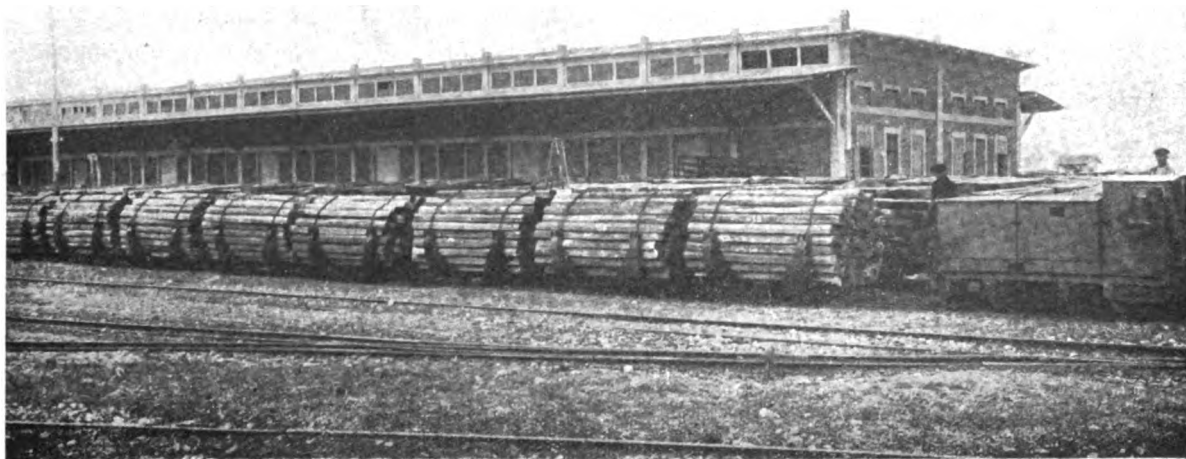



Fig. 18. — Il locomotore elettrico ad accumulatori.

È atto a trainare gli 8 carrellini che costituiscono una carica completa di circa 400 traverse e del peso lordo complessivo di circa 40 tonnellate. Il locomotore è munito di poderosi respingenti appositamente studiati e funzionanti, sia per la trazione sia per la spinta.

vamente. Il tiraggio delle due caldaie è affidato a un camino in lamiera dell'altezza totale di metri 16, costruito secondo il brevetto Prat, e munito alla base di un ventilatore.

Il motore elettrico per il ventilatore del camino è della potenza di 2 HP. Il camino alle prove di collaudo si è dimostrato atto a mantenere per ambedue le caldaie contemporaneamente accese, una combustione oraria di carbone di 380 Kg. con un consumo di energia di soli 2,3 HP. Il funzionamento è sempre stato ottimo sotto ogni rapporto.

Fig. 19. — La manovra per alaggio dei carri ferroviarî.

Il locomotore elettrico, percorrendo i binari decauville appositamente disegnati con andamento parallelo ai binari principali, trascina per alaggio mediante fune di acciaio un carro cisterna pieno di olio di catrame. Con tale sistema si possono trascinare anche 5 carri carichi e 10 carri vuoti.

Il vapore, dopo avere percorsi i serpentini di riscaldamento collocati nei vari serbatoi dei liquidi antisettici, ed essersi condensato in acqua ancora calda, talvolta fino a 90° C., ritorna mediante apposito alimentatore automatico Koerting in caldaia. Si ha così il vantaggio di alimentare in gran parte la caldaia con acqua calda, pulita e depurata dai sali incrostanti.

Sono annessi alla sala macchina un'officina meccanica per la manutenzione dell'impianto, un locale per la carica degli accumulatori elettrici in servizio dei locomotori, un magazzino materiali, un locale dove trovasi collocato l'argano elettrico da 1000 Kg. che mediante cavo di acciaio comanda tutta la parte del piazzale vicina all'autoclave.

Vicino al capannone principale sorge un apposito locale sormontato da due serbatoi da mc. 60 ciascuno per la preparazione della miscela. Tale locale mediante apposite tubazioni è in comunicazione colle vasche di cemento dove si ricovera il cloruro di zincò che viene fornito alla concentrazione di 50° B. e con un grosso serbatoio in lamiera da

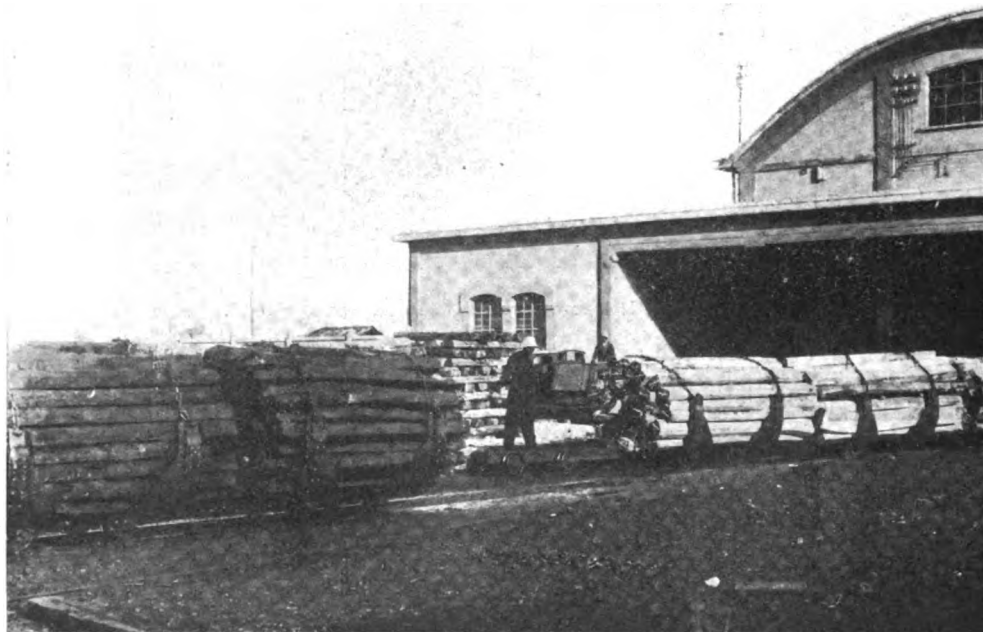



Fig. 20. - La manovra davanti all'autoclave.

La carica iniettata, chiamata « nera », è già uscita dall'autoclave e si vedono a sinistra gli ultimi due carrelli; la carica da iniettare « bianca » sta entrando nell'autoclave, spintavi dal carrellino speciale che si vede posteriormente alla carica bianca. Si noti la larga pensilina del capannone che copre la bocca dell'autoclave.

mc. 500 dove si conserva l'olio di catrame, ed inoltre colla condotta principale dell'acqua industriale che serve per diluire convenientemente e cioè fino a 3,5° B. il cloruro di zinco.

Le miscele eseguite in questo locale vengono poi inviate mediante apposita tubazione verso i serbatoi della sala macchine.

Nel vasto piazzale esterno capace di 300.000 traverse si hanno tutti i servizi accessori.

I binari principali per l'arrivo dei carri carichi di traverse da inettare, il piano caricatore per il carico delle traverse iniettate sui carri ferroviari, i binari decauville a scartamento di m. 0,60 per la manovra dei carrellini speciali fatta a mezzo di locomotori elettrici ad accumulatori i quali possono anche effettuare le manovre dei carri ferroviari trascinandoli per alaggio mediante fune.

Il locomotore percorrendo i binari decauville, che appositamente sono stati disegnati con andamento parallelo ai binari principali, mediante il collegamento di una

fune di acciaio smuove e trascina i carri ferroviari anche in numero di cinque carri carichi e fino ad una diecina di carri vuoti.

Giornalmente la locomotiva di manovra porta i carri di traverse da iniettare e porta

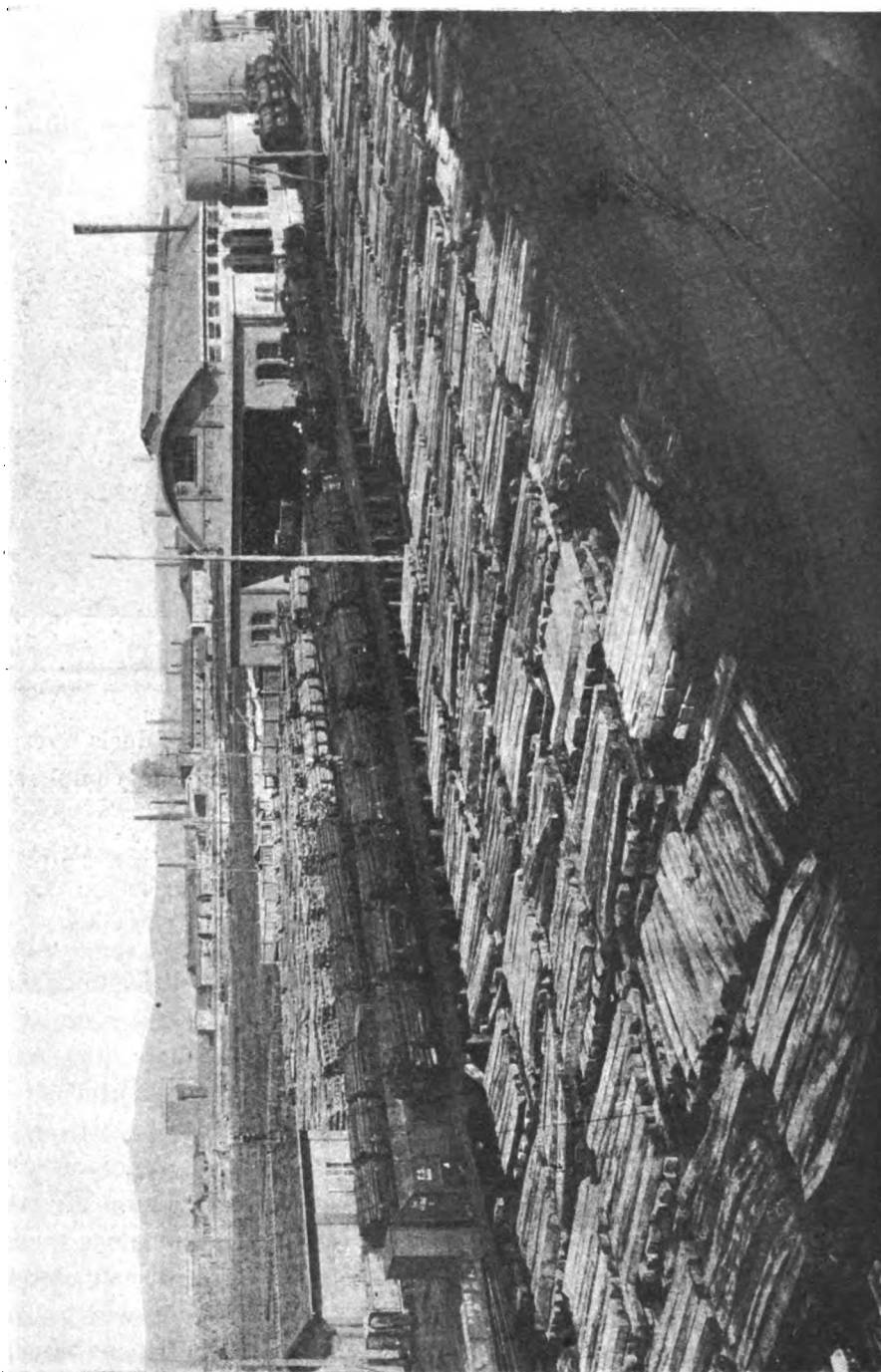



Fig. 21. — Veduta del piazzale esterno nelle immediate vicinanze della Sala Macchine.

Dalla diversità del colore si distinguono chiaramente le traverse da iniettare « bianche » da quelle iniettate « nere ». Si vede al centro una carica di legnami bianchi pronta per entrare nell'autoclave, ed una carica di traverse nere vicina al locale della pesa e già agganciata al locomotore elettrico per essere portata ai piedi del piano caricatore. Sul piano caricatore si vedono 16 carrelli neri di cui 6 già in atto di scarico. In fondo si vedono 3 carri cisterna che riforniscono di olio di catrame i serbatoi del Cantiere.

via i 15 o 20 carri di traverse iniettate e lavorate che rappresentano la produzione di circa 2000 traverse al giorno.

Quando il Cantiere lavora, il piazzale esterno ferve di vita ed occupa parecchio per-

sonale (circa 100 uomini) tutto dipendente da Ditte private assuntrici dei lavori di manovalanza e della lavorazione di foratura e sabotatura delle traverse. Per tutti i servizi

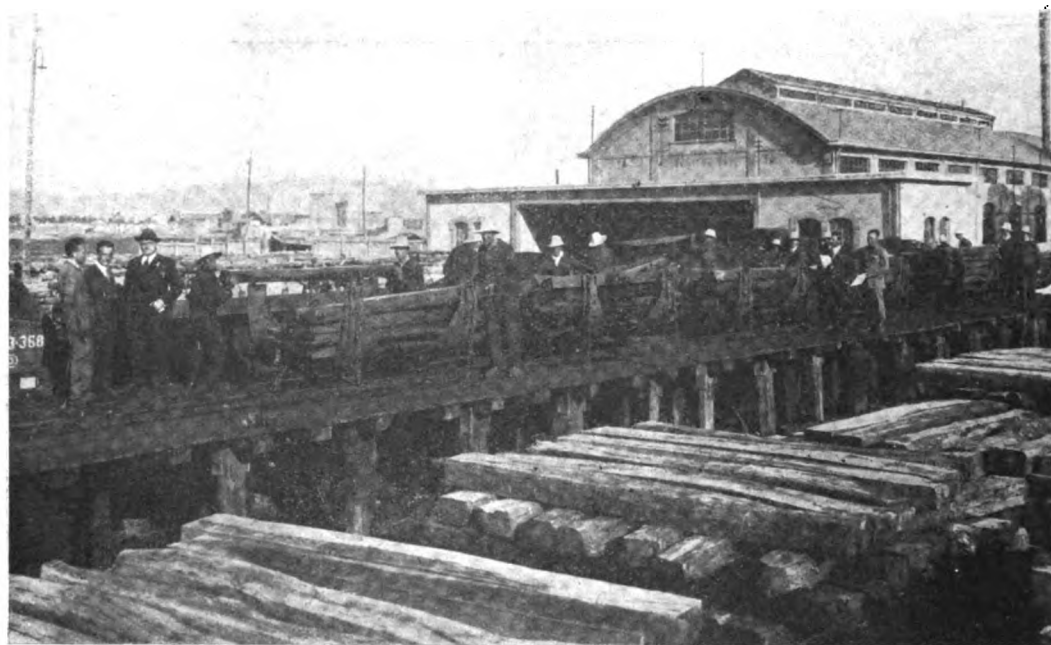



Fig. 22. — Carico delle traverse iniettate sui carri ferroviari. Vista del piano caricatore.

di condotta e manutenzione delle macchine e per le mansioni implicanti fiducia e responsabilità viene impiegato personale dell'Amministrazione ferroviaria che complessivamente non supera i trenta agenti.

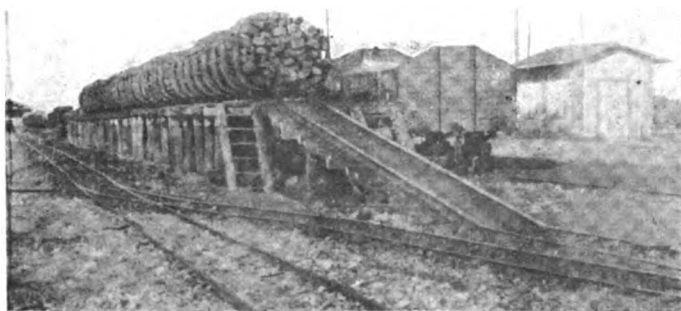



Fig. 23. — Il piano caricatore.

Sul piano orizzontale sopraelevato di m. 1,50 sul piano di terra e lungo m. 60 possono essere contenuti 16 carrellini (800 traverse). Il piano inclinato che si vede sul davanti ha una pendenza del 10 % e serve per la discesa dei carrelli vuoti, mentre quello impiegato per la salita dei carrelli carichi, che si vede nella fig. 24, sta all'estremità opposta ed ha la pendenza del 5 %. Al centro del binario in basso è visibile la puleggia di rimando per la fune di traino.

§ 7. — Diagramma dei lavori per la iniezione nel Cantiere di Livorno.

I piazzali del Cantiere di Livorno, che per essere in vicinanza del mare sono battuti dai forti venti marini e terrestri, sono assai adatti per una efficace essiccazione delle traverse, che giunte al voluto grado di essiccazione vengono caricate su speciali carrellini di ferro avendo cura di dare al carico la sagoma circolare dell'autoclave.

I carrellini sono costruiti per binario decauville scartamento m. 0,60 e incolonnati

in numero di 8 formano un piccolo treno del peso di circa 40 tonnellate che viene trainato da un locomotore ad accumulatori elettrici, dai punti più lontani del piazzale fino in vicinanza dell'autoclave. Quivi ciascun carrellino viene pesato ed il suo peso viene automaticamente segnato dalla bilancia stessa su apposito cartellino.

Infine, mediante una fune di acciaio che si avvolge sul tamburo di un argano elettrico, tutto il trenino di 8 carrelli viene spinto entro l'autoclave.

L'autoclave è un cilindro di acciaio lungo m. 21 e del diametro netto di m. 2. La estremità rivolta verso il piazzale è munita di un portellone girevole per permettere l'ingresso e l'uscita della carica, l'altra estremità che trovasi entro la sala macchine è rigidamente chiusa da un fondo di acciaio a superficie di calotta sferica; su questo fondo sono sistemati tutti gli apparecchi di misura; quali tubi di livelli, manometri, termometri, valvole, rubinetti, ecc. L'autoclave è costruito per una pressione interna di lavoro di 15 atm. ed è stato provato alla pressione idraulica di 22 atm.

Fig. 24. — La rampa d'accesso del piano caricatore.

La salita degli 8 carrelli si effettua per trazione a mezzo di fune di acciaio che si avvolge sul tamburo dell'argano elettrico. Si vede il primo tratto di fune collegato col primo carrello. Una fune di opportuna lunghezza è interposta fra i primi quattro carrelli ed i secondi quattro che incominceranno a muoversi soltanto quando il primo carrello in movimento sarà già sul piano orizzontale e ciò per diminuire lo sforzo dell'argano pur realizzando la manovra di tutto il treno degli 8 carrelli in un solo tempo.

All'interno l'autoclave è munito di rotaie, cosicchè i carrellini vi possono transitare regolarmente. Mediante grossi tubi, di cui alcuni del diametro interno di mm. 250, l'autoclave è collegato con gli altri serbatoi e colle macchine.

Introdotta la carica, si accosta il portellone, per chiudere il quale occorre stringere 40 grossi bulloni, ciascuno del diametro di 50 mm.

Intanto mediante il compressore d'aria, che è anche atto a fare da pompa a vuoto, si incomincia a fare il vuoto entro l'autoclave. Questa operazione favorisce e rende possibile la rapidissima chiusura dei 40 bulloni anzidetti.

Infatti non appena la pompa a vuoto incomincia a fare sentire la sua azione il coperchio viene sospinto contro la sede dell'autoclave e poi viene sempre più premuto contro l'autoclave da una pressione che va man mano crescendo e che per il vuoto massimo teorico di 76 cm. di colonna di mercurio è uguale, per tutta la superficie del coperchio, a ben 31.400 Kg.

In tal modo i bulloni possono essere serrati in 4 minuti primi, in quanto, tenendo la pressione atmosferica aderente il coperchio all'autoclave, basta un lieve sforzo per stringerli in modo da resistere poi alla forte pressione che si eserciterà dall'interno verso l'esterno quando, durante la iniezione, si giungerà alle 12 atm., ossia a ben 375.000 Kg. uniformemente distribuiti sul coperchio.

L'autoclave chiuso in tal modo è assolutamente ermetico.

Furono escogitati altri sistemi di chiusura, ma questo, che a tutta prima sembra dover portare un notevole perditempo per la chiusura dei 40 bulloni, risponde bene allo scopo, anche per la guarnizione di tenuta adottata che è formata da un semplice cordone di amianto grafitato, con assoluta esclusione della gomma. Ogni chiusura che si debba affidare a guarnizioni contenenti gomma non è atta a resistere più di una settimana, in quanto l'olio di catrame caldo costituisce un buon solvente della gomma.

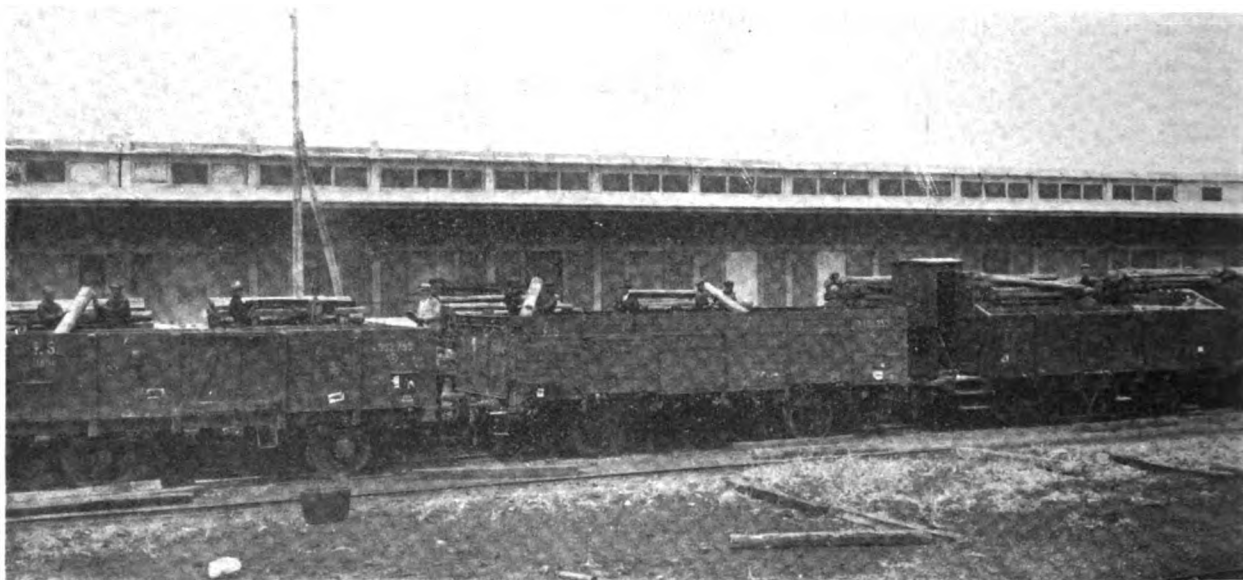



Fig. 25. — Il carico delle traverse iniettate sui carri ferroviari. Vista di fronte.

Si noti la facilità con cui le traverse passano dal carrello decauville al carro ferroviario. Tale sistema diminuisce non solo la fatica del personale addetto alla manovalanza delle traverse ma anche rende quasi impossibili gli infortuni.

Mentre l'autoclave è tenuto sempre sotto vuoto di circa il 90% corrispondente a 68 cm. di colonna di mercurio e che è stato raggiunto in 10′, si fa arrivare il liquido antisettico che è ricoverato nel serbatoio di prestito.

Detto serbatoio che ha il diametro di m. 2,20 e la lunghezza di m. 16, può resistere ad una pressione interna di lavoro di 9 atmosfere. In esso il liquido antisettico può venire riscaldato mediante serpentini di vapore e può venire agitato mediante l'aria compressa fornita dal compressore e che è costretta ad uscire attraverso i forellini praticati in un tubo collocato lungo la generatrice inferiore del cilindro.

Il liquido antisettico dal serbatoio di prestito, attraverso tubi del diametro di mm. 250, passa rapidamente nell'interno dell'autoclave.

Il travaso di circa 30 mc. di liquido avviene in 5 minuti primi, e se ne segue il graduale procedere guardando i tubi di vetro che collocati sul fondo fisso dell'autoclave fanno da livello. Quando l'autoclave è pieno si inizia senza altro la compressione di ulteriore liquido antisettico entro l'autoclave a mezzo di una pompa a vapore a doppio effetto costruita in modo che fornendo vapore a 6 atm. la pompa automaticamente si ferma quando si raggiunge una pressione di 13 atm.

Si è così sicuri che per qualunque distrazione da parte dell'operatore le traverse non

verranno per nessuna ragione forzate oltre le 13 atm. di pressione; ad ogni modo una valvola di sicurezza garantisce ulteriormente che questa condizione sia rispettata.

La pompa aspira il liquido antisettico da una cassa di misura tarata munita di tubi di livello ed anche di indicatore di livello a galleggiante.

L'operatore in relazione all'essenza e al numero delle traverse che sono entrate nell'autoclave stabilisce a priori sulla scorta di tabelle la quantità di liquido complessivo da fare assorbire alle traverse perchè la iniezione sia completa secondo le norme fissate da apposite istruzioni, e per tutto il tempo in cui dura la compressione, un'ora circa quando il legname ha la stagionatura normale, ed anche due ore quando è fresco, la

Fig. 26. - La lavorazione delle traverse (spianatura a foratura).

Il macchinario per tale lavorazione è trasportabile per rendere minimi gli spostamenti delle traverse, che, prese dalle cataste vicine alla macchina, vengono subito introdotte nella spianatrice e passano quindi alle foratrici e poi vengono senz'altro caricate sui carrellini che entreranno nell'autoclave per la iniezione. Il gruppo di macchine anzidetto produce 800 traverse per ogni giornata di 8 ore.

sua attenzione deve volgersi all'indice del manometro, di cui deve seguire l'andamento per regolare la marcia della pompa.

Intanto la pompa centrifuga della portata di 3000 litri al minuto primo rimescola tutto il liquido dell'autoclave prendendolo ad una testata e cacciandolo alla testata opposta.

Quando l'operatore vede che l'indice del galleggiante della cassa di misura è giunto al limite cui doveva arrivare, ferma la pompa di compressione e la iniezione propriamente detta è finita, inquantochè le traverse hanno assorbito tutto quello che dovevano o che potevano assorbire.

Si effettua allora il travaso del liquido antisettico dall'autoclave al serbatoio di prestito mediante la pompa centrifuga.

Infine, quando l'autoclave è libero di liquido, il compressore torna a formare il vuoto allo scopo di favorire lo sgocciolamento del liquido antisettico.

Mentre si effettua il vuoto finale vengono tolti in circa 3 minuti primi tutti i 40 bulloni, pur rimanendo il coperchio aderente all'autoclave per effetto della pressione atmosferica.

Dopo una diecina di minuti si ristabilisce nell'autoclave la pressione atmosferica ed il coperchio si scosta dalla sua sede, rendendo possibile l'apertura completa mediante rotazione intorno alla sua sospensione verticale.

Si ristabilisce allora la continuità del binario decauville mediante due spezzoni di rotaie mobili e si attacca al primo carrello la fune dell'argano elettrico e gli 8 carrellini carichi di traverse escono circondati da una nube di vapore acqueo impregnato di vapori

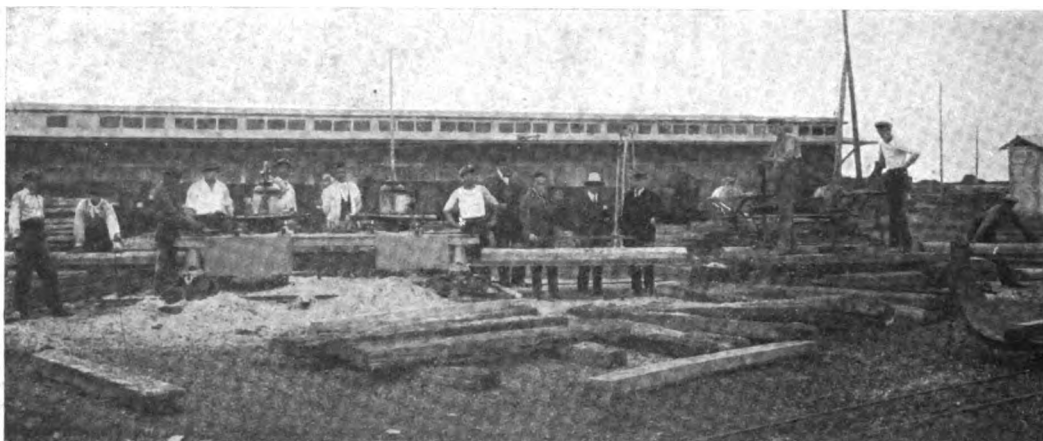



Fig. 27. — Particolari della lavorazione delle traverse e collaudo.

La macchina a sinistra, a mezzo di due frese ad asse verticale mosse ciascuna da un proprio motore elettrico a corrente continua ad asse verticale, forma due esatti piani di specchiatura. Nei due intagli così formati entrano le piastre di un calibro portante i fori corrispondenti ad un determinato armamento nei quali vengono fatte scendere le trivelle comandate dai due motori ad asse orizzontale che si vedono a destra. Gli agenti del Cantiere, come si vede al centro, verificano l'esattezza della lavorazione mediante appositi controcalibri muniti di pernetti che devono entrare nei fori praticati nella traversa.

di olio di catrame. Ciascun carrello viene di nuovo pesato e sullo stesso cartoncino su cui venne segnata la tara la bilancia segna il nuovo peso.

La differenza fra il peso nuovo ed il primitivo dà il peso del liquido assorbito che per un carrello di faggio, a 25 Kg. per traversa, è di circa 1250 Kg. per le 50 traverse che sono contenute nel carrello stesso. Dalla differenza di peso si giudica se la iniezione risponda o meno ai valori di assorbimento stabiliti dalle apposite istruzioni.

Si tratta però di un peso medio, poichè non è detto che tutte le traverse del carrello abbiano realmente assorbito la stessa quantità di liquido.

I carrelli carichi di traverse iniettate vengono a mezzo del locomotore portati ai piedi della rampa che adduce al piano caricatore.

Le traverse appena uscite dall'autoclave emanano vapori di olio di catrame e di cloruro di zinco così intensi da irritare fortemente gli occhi e da rendere impossibile la respirazione, per cui prima di poterle maneggiare occorre attendere almeno un'ora, ma con tutto ciò quando imperversa il solleone i vapori di olio di catrame sono sempre così intensi anche dopo molte ore, da determinare negli uomini, che per la prima volta si occupano della manovalanza delle traverse, dei gonfiori agli occhi ed anche a tutta la faccia.

Inoltre, quando per mancanza di sole le traverse non hanno potuto asciugarsi completamente, si presentano viscide per l'olio di catrame che rimane depositato sulla superficie, per cui durante le manipolazioni sfuggono facilmente dalle mani con dolorose conseguenze per gli operai addetti al lavoro di manovalanza.

La preoccupazione di rendere meno frequenti gli infortuni ed anche di rendere meno faticoso il carico delle traverse sui carri ferroviari ha spinto tutti i Cantieri privati a studiare speciali meccanismi che prendono la traversa dal carrello posto in basso e la caricano nel carro ferroviario.

Però in genere tutti questi meccanismi non sono privi di inconvenienti nè di pericoli per il personale che necessariamente deve lavorare in concomitanza con la macchina che solleva e trasporta la traversa.

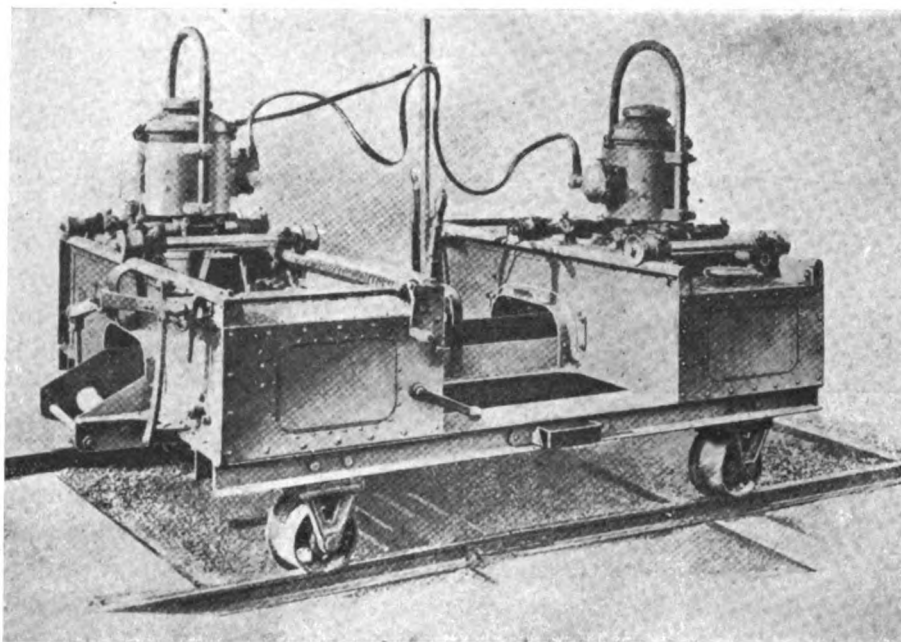



Fig. 28. — La macchina spianatrice.

Si vedono bene i due motori elettrici ad asse verticale che lavorano indipendenti a distanza fissa, comandando la fresa ad asse verticale a 2500 giri al minuto primo. Il movimento di traslazione, normalmente all'asse longitudinale della traversa, della fresa insieme con tutto il motore è determinato dall'albero a vite che si vede nella illustazione comandato con manovella a mano. I due specchi di spianatura costituiscono due superfici piane parallele alla superficie inferiore della traversa.

Anche per il Cantiere di Livorno si è presentata ben presto la necesstà di trovare un sistema che sostituisse quello poco sicuro del carico manuale fatto spingendo la traversa dal piano terra al piano del carico sul carro ferroviario. Scartati tutti i sistemi in uso presso altri Cantieri, si pensò di costruire un piano caricatore alto m. 1.50 sul piano del ferro, in modo che le traverse venissero a trovarsi quasi tutte in posizione più alta delle sponde del carro ferroviario.

Lo stesso argano, che è indispensabile per introdurre ed estrarre la carica nell'autoclave di iniezione, serve anche a trainare sul piano inclinato, cui è stata assegnata la pendenza del 5 %, tutto il treno degli 8 carrellini avente un peso superiore alle 40 tonn.

Per rendere possibile tale manovra, che si compie in pochi minuti, si dovette assegnare alla fune di acciaio che si avvolge sul tamburo dell'argano la lunghezza di 130 metri, e ciò in relazione agli sviluppi del piano caricatore: m. 60 in orizzontale, m. 30 per

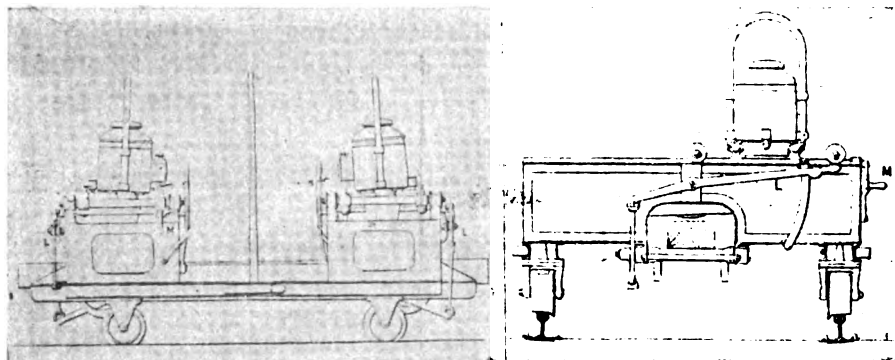



Fig. 29. — La spianatrice in atto di determinare intacche con inclinazione di 1/20.

la rampa di ascesa dei carrelli pieni e m. 15 per quella di discesa dei carrelli vuoti. La notevole lunghezza della fune non è però menomamente di intralcio nell'esercizio.

Dal piano caricatore due soli uomini, senza più alcun pericolo per la propria persona, scaricano in pochi minuti e quasi senza sforzo entro il carro ferroviario le 50 traverse che compongono ciascun carrello.

§ 8. — La lavorazione meccanica delle traverse.

È già da quasi tre anni che nel Cantiere di Livorno venne iniziata con ottimo risultato la lavorazione meccanica delle traverse, la cui utilità è oramai indiscussa.

Infatti la lavorazione delle traverse, e cioè foratura e spianatura in corrispondenza degli appoggi delle rotaie, fatta in Cantiere anzichè sui luoghi di impiego, come si praticava precedentemente, permette di ottenere una maggiore precisione insieme con una notevole economia; infatti la lavorazione a macchina, la cui perfezione specie per la spianatura è veramente ammirabile, costa circa la metà della lavorazione eseguita a mano.

Inoltre, eseguendo la lavorazione delle traverse prima della iniezione, si ha il vantaggio di favorire mediante i fori già predisposti la penetrazione del liquido antisettico proprio nei punti più importanti della traversa perchè destinati a portare le rotaie, ed inoltre si ha il vantaggio di evitare che la traversa venga, dopo la iniezione, ulteriormente lavorata, sia per praticarvi i fori, sia per effettuarvi la spianatura, la quale operazione obbliga ad asportare la parte superficiale che risulta meglio iniettata e che costituisce una valida barriera contro l'ingresso degli agenti distruttori del legno.

Fig. 30. — Una foratrice trasportabile.

La lavorazione preventiva delle traverse ha già un'estesa e concorde

applicazione presso le Ferrovie Estere: Francesci, Svizzere, Belghe, Olandesi, Germaniche, Inglesi e per quanto riguarda le Ferrovie dello Stato essa, dopo l'esperimento fatto a Livorno con buon risultato, venne imposta a tutti i Cantieri di Iniezione Privati.

Presso il Cantiere di Livorno il lavoro viene eseguito usando macchine trasportabili e ciò allo scopo di evitare notevoli manipolazioni delle traverse, poichè la traversa presa dalla catasta viene immessa nella macchina spianatrice, dalla quale passa alla macchina foratrice e quindi viene senz'altro caricata sul carrello che entrerà nell'autoclave per l'iniezione.

Fig. 31. — La testa della foratrice.

Abbassando la manovella si fa abbassare anche la trivella che ruota velocemente e fa così il foro nella traversa.

Le macchine adatte per tale lavoro non sono facili a trovarsi e solo poche case specialiste estere sono in grado di fornire il macchinario adatto, poichè all'assoluta esattezza di lavorazione deve essere congiunta una forte produzione per rendere la lavorazione economica ed inoltre il macchinario deve essere tale da adattarsi alla natura molto grossolana delle traverse, le cui dimensioni e la cui forma subiscono notevoli variazioni.

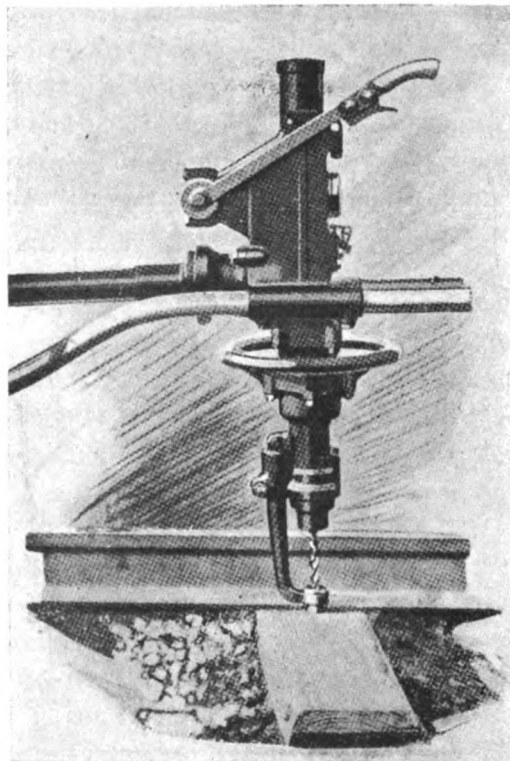
La spianatrice è costituita da un telaio portante due motori ad asse verticale situati esattamente sulla posizione dove si devono eseguire i due specchi di spianatura.

L'utensile spianatore è costituito da una fresa ad asse verticale rotante ad alta velocità, circa 2500 giri al minuto primo, e dotata anche, insieme con tutto il motore, di un movimento di traslazione perpendicolare all'asse longitudinale della traversa. Lo specchio che si ottiene è perfetto e costituisce un piano parallelo alla base inferiore della traversa.

Quando occorra fare la sabotatura inclinata di un ventesimo basta inclinare di altrettanto tutto il motore e la fresa lavorerà anch'essa inclinata di 1/20 rispetto alla base inferiore della traversa.

Eseguita la spianatura la traversa, scorrendo su appositi piani muniti di rulli, viene spinta alla vicina macchina, dove viene forata.

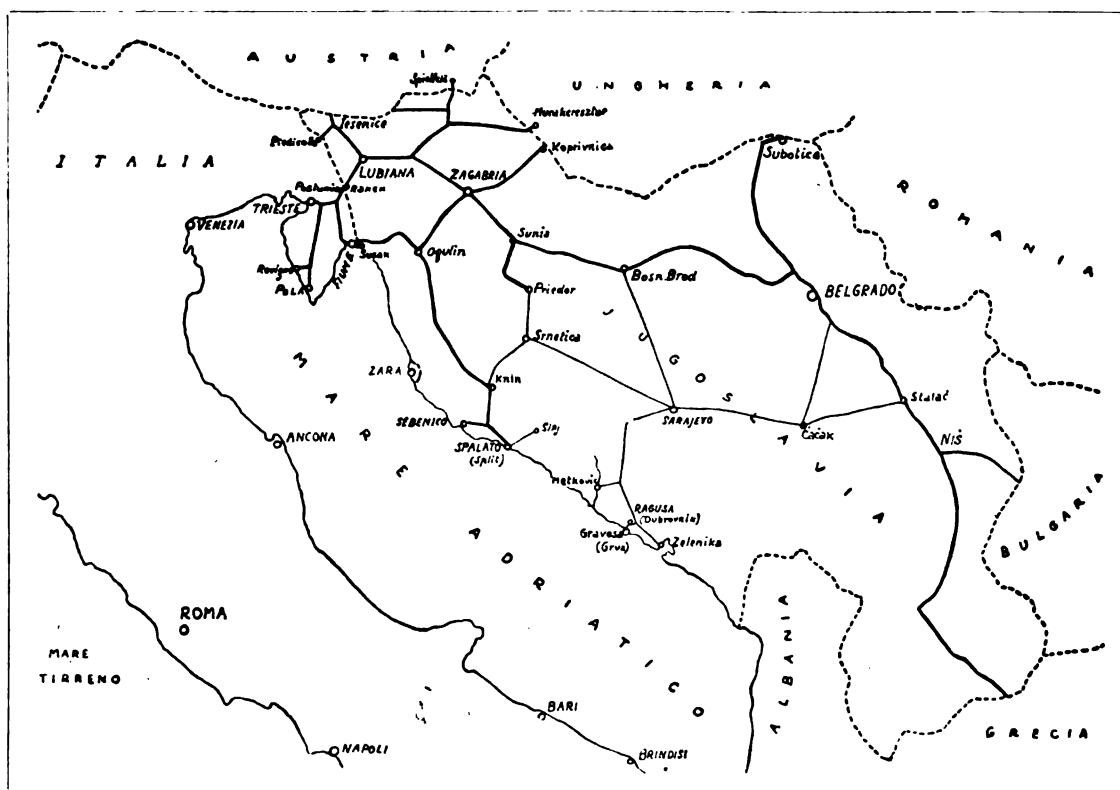
A causa del notevole numero di tipi d'armamento tuttora esistenti sulle linee delle FF. SS. è stato necessario costruire per ciascun speciale tipo un calibro portante due piastre che devono entrare esattamente nel piano di specchiatura e che portano i fori occorrenti per quel determinato armamento. Si hanno in complesso cinque di tali calibri.

Delle traverse lavorate viene eseguito nel Cantiere stesso il collaudo mediante appositi controcalibri muniti di pernetti che devono entrare esattamente nei fori eseguiti.

I problemi ferroviari e portuali dell'Adriatico

La concorrenza Jugoslava

Dott. SALVATORE MALTESE

La cartina annessa gioverà a dare una idea sufficiente, per quanto sommaria, del sistema di porti che specchiano le loro banchine sull'altra sponda Adriatica e delle linee ferroviarie che fanno capo ai porti stessi.

Illustriamo brevemente la cartina facendo rilevare che dei sei porti del Regno

Porti e ferrovie del Regno S. C. S.

S. C. S. quelli di Susak, Sebenico, e Spalato, detti settentrionali, sono serviti da linee a scartamento normale, mentre ai porti meridionali di Metkovic, Gravosa e Zelenika si allacciano ferrovie a scartamento ridotto.

E veniamo subito all'argomento. Esiste una concorrenza jugoslava a danno dei nostri porti dell'alto Adriatico, segnatamente a danno di Fiume? Quale è, a quali fini si ispira la politica ferroviario-portuale del giovane Stato vicino?

È bene anzitutto porsi queste domande col maggiore spirito di obbiettività affinchè le risposte non vengano influenzate dalla passione. Non ci si perde mai a guar-

dare le cose nel nudo aspetto della realtà. La Jugoslavia persegue una politica di sviluppo dei propri porti nazionali e vorrebbe incanalare tutto il traffico di provenienza, destinazione e transito del territorio serbo-croato-sloveno a traverso i propri porti e ad esclusione dei porti concorrenti vicini, e quindi di Fiume.

È noto per quali vicende e come il porto di Fiume venne politicamente diviso fra noi e la Jugoslavia (1), a cui toccò quella frazione chiamata Porto Baros che oggi si chiama Susak *pristaniste* (porto).

La Jugoslavia in un primo tempo fu combattuta tra il desiderio di favorire Susak e il timore che, saturandosi di traffico questo Porto, l'eccedenza si riversasse a beneficio di Fiume. Tale preoccupazione finì per avere la prevalenza ed i relativi provvedimenti tariffari non tardarono a venire alla luce. Il *Jugoslovenski Lloyd* di Zagabria, nel riportare le informazioni sulle nuove tariffe entrate in vigore il 1° ottobre 1925, spiegava candidamente che Susak, il maggior porto jugoslavo, non era ammessa a godere delle tariffe eccezionali attivate a favore dei porti di Sebenico, Spalato, Metkovic, Gravosa e Zelenika pure essendo più vicina di 200 km. al retroterra in confronto di Spalato e Sebenico, in sostanza cioè era radiata dal numero dei porti, *perchè la politica marinara jugoslava, eliminando Susak, voleva eliminare Fiume.* Ed il *Corriere Adriatico* commentava: « È chiaro il disegno della politica jugoslava...; essa mira a togliere a Fiume il « traffico jugoslavo adottando la tariffa preferenziale per Spalato e la tariffa capestro per « Susak, il che vale anche per Fiume. Naturalmente la prima a sentirne danno sarà « Susak, ma il danno si riverserà anche su Fiume, alla quale il traffico jugoslavo vuol « essere tolto per incanalarlo verso Spalato ».

In realtà le nuove misure ferroviarie di concorrenza miravano a spostare il traffico settentrionale verso i porti del medio e basso Adriatico, giacchè trattavasi di tariffe valevoli per tutte le merci in provenienza o destinazione di qualunque stazione interna o di frontiera e contenenti, in confronto delle tariffe normali, riduzioni fino al 40 % per i porti di Spalato e Sebenico e fino al 20 % per i porti di Metkovic, Gravosa e Zelenika. Ne veniva di conseguenza che il prezzo di trasporto risultava in ogni caso più favorevole per Sebenico e Spalato piuttosto che per Fiume e Susak. Così, per citare un esempio, il trasporto del legname da Lubiana a Susak (km. 339) ammontava a *para* 1215 per quintale, mentre il medesimo trasporto per Sebenico (km. 519) importava non più 1615, ma 1100 *para*, e per Spalato (km. 546) non più 1660, ma 1170 *para*. Non solo; ma per certe determinate distanze e merci il prezzo di trasporto era più favorevole anche per Gravosa in confronto di Susak.

Per compensare il danno derivante al Porto di Susak, il Governo jugoslavo provvide mediante sovvenzioni alle Società di Navigazione « *Jadranska Plovidba* » e « *Oceania* » in modo da accordare a Susak un vantaggio nella concorrenza con Fiume rendendo possibile una riduzione di noli marittimi se non di quelli ferroviari.

Da parte italiana le tariffe di concorrenza jugoslave furono accolte con senso di serenità. Mentre ancora gli accordi interstatali di Nettuno non erano ratificati (e da altra parte come si poteva pretendere una maggiore parità di trattamento tra Fiume e Susak?), non conveniva adombrarsi per queste misure che ad un attento esame si pote-

(1) Vedi questa Rivista, giugno 1924, pagg. 185-189.

vano giudicare, se non addirittura innocue, per lo meno tali da non provocare nessuna rivoluzione nel normale corso dei traffici del retroterra jugoslavo rispetto a Trieste e Fiume.

Questa assenza di pessimismo era pienamente giustificata da una serena valutazione della capacità d'attrazione dei porti dalmati, sopratutto di quelli meridionali. Come è possibile infatti considerare come concorrenti porti di modeste proporzioni quali Metkovic, Gravosa e Zelenika che hanno impianti portuali rudimentali, retroterra montagnoso e povero, linee ferroviarie a scartamento ridotto? Meno critiche sono le condizioni dei porti di Sebenico e di Spalato. Intanto essi sono allacciati a linee a scartamento normale, hanno qualche impianto sebbene di modesta importanza, sono accostati, se pure non giornalmente, da piroscafi delle Società di Navigazione Cosulich, Lloyd Triestino, Puglia, Dalmatia, Ragusae, oltre che dai piroscafi delle Società di Navigazione jugoslave. Hanno un certo traffico di legname, carburo, lignite, bauxite (Sebenico), legnami, pietre, cementi (Spalato). Sono sedi di alcuni Istituti bancari e Spalato ha persino una Camera di Commercio. Questi due porti, con i necessari per quanto costosi lavori di arredamento portuario e mediante opportuno completamento delle linee ferroviarie, potranno servire come sbocco naturale del retroterra bosniaco, erzegovinese e serbo. Ma è per lo meno esagerato pretendere che essi, nelle presenti condizioni ed in quelle che si possono ancora presumere per un ventennio, abbiano la forza di attrarre il traffico del retroterra settentrionale jugoslavo, battendo Trieste, Fiume e Susak. La situazione geografica è tale che il territorio croato-sloveno, cioè la parte più ricca, ed anche la più attiva per commerci e industrie, gravita per natura verso i porti dell'alto Adriatico. La riduzione del prezzo di trasporto per controbilanciare a favore di Sebenico e di Spalato lo svantaggio della maggiore distanza, non è *un coefficiente decisivo*. Ben altri fattori contribuiscono a sventare la minaccia della concorrenza. L'arteria che dovrebbe portare ai porti dalmati il traffico settentrionale, cioè la nuova linea ferroviaria della Lika, è ad un solo binario, traversa zone montane con forti pendenze, è lunga più di 300 km., conta poche stazioni con mezzi assolutamente inadeguati ad un movimento di qualche importanza. Quand'anche il traffico, superate queste difficoltà di distanza e di esercizio, giungesse ai porti preferiti, subirebbe dannosi arresti per le note deficienze d'impianti e d'organizzazione tecnico-commerciale, alle quali difficoltà, per ciò che riguarda Spalato, si aggiunge la meschinità dei fondali, da quindici a diciannove piedi, onde i piroscafi di pescaggio superiore debbono fare le operazioni in rada per mezzo di maone.

Concludendo, mentre l'esperienza dimostra che la merce, per il minor costo del trasporto marittimo, tende sempre al porto che consente il percorso ferroviario più breve, si può dire che il traffico d'oltre mare jugoslavo tende a favorire Trieste e Fiume. Nel trasporto marittimo ha grande importanza la *fiducia* dei caricatori e l'*abitudine* ed entrambe agiscono a favore dei nostri porti. Inoltre i Magazzini Generali di Trieste, i Sylos di Fiume, i piazzali attrezzati per il legname nei due porti, i mezzi di sollevamento per merci pesanti, gli stabilimenti frigoriferi, i magazzini cisterna per vini, ecc., offrono maggiori comodità e minor costo di manipolazione alle merci, nonchè un disbrigo più facile di operazioni alle navi. Infine il mondo marittimo ha bisogno di un intero esercito di ausiliari, periti, sensali, regolatori d'avarie, misuratori, ecc., ed Istituti finanziari e giuridici che non si possono improvvisare.

In un secondo tempo la politica tariffaria jugoslava di protezione ad oltranza dei porti nazionali, inaugurata con le tariffe del 1º ottobre 1925, ha mirato a limitare, per ragioni finanziarie, le concessioni già elargite e ad estendere il regime di favore a Susak per dare maggior soddisfazione al porto escluso. Susak non aveva mancato di esprimere vivacemente il suo malcontento per quella esclusione che considerava come una minaccia di sviamento di traffico *lontana* a favore di Sebenico e Spalato, *immediata* a favore di Trieste. A tali proteste aveva fatto subito eco il ceto commerciale e industriale croato-sloveno specialmente interessato al traffico del porto di Susak.

Quanto ai provvedimenti di natura fiscale le tariffe sotto costo per i porti di Sebenico, Spalato, Metkovic, Gravosa e Zelenika, a partire dal 1º luglio 1926, sono state mantenute *soltanto* per l'esportazione dalla Jugoslavia; invece per l'importazione l'applicazione è stata concessa ad un limitato numero di merci. In sostanza le restrizioni sono state ispirate dal duplice intento di migliorare il bilancio ferroviario insieme con la bilancia commerciale.

Quanto a Susak recenti misure tariffarie, entrate in vigore il 1º ottobre 1926, concedono a favore di questo porto tariffe eccezionali armonizzate con quelle già esistenti per Sebenico e Spalato in guisa che questi due porti godano degli stessi prezzi ridotti stabiliti a favore di Susak, a meno che non possano avvantaggiarsi di noli ferroviari più bassi per ragione di minore distanza.

È chiaro che queste concessioni a Susak, benchè allo stato attuale e per i motivi già detti non siano di natura tale da far variare la forza d'attrazione dei porti di Sebenico e Spalato, hanno una indubbia ripercussione a danno di Trieste, e, ciò che più importa, di Fiume, perchè esse vengono a vulnerare il principio della parità di trattamento tariffario tra Fiume e Susak che è stato posto come base per la collaborazione amichevole e per lo sviluppo nel porto comune.

In verità le concessioni di concorrenza attivate a favore di Susak e a danno di Fiume si presentano sotto la vernice della legalità per ciò che riguarda *la lettera* degli accordi interstatali; la parità di trattamento tra Fiume e Susak non sarebbe turbata, perchè le riduzioni si applicano a Susak *pristaniste* (porto). Ma che cosa è Susak porto se non Susak? E che cosa è Susak se non Fiume? Come è immaginabile che un complesso portuario economicamente inscindibile possa sopravvivere in tutte le sue parti, se se ne fa una vivisezione anti economica ed assurda? Già noi abbiamo avuto occasione di notare in questa rassegna (1) sui problemi ferroviari e portuali dell'Adriatico quali danni enormi derivino dalla lotta di concorrenza tra porti situati a lunghissima distanza fra loro; valga l'esempio dell'antagonismo tra i porti di Trieste ed Amburgo che di recente hanno concluso una felice tregua, auspice di prossima pace. Che dire dunque se questi porti rivali si affacciano sullo stesso mare chiuso, o peggio sulla medesima rada e nello stesso specchio d'acqua? La lotta in queste condizioni è suicidio. La Jugoslavia, Stato giovane e quindi economicamente bisognoso di sviluppo, non può chiudere gli occhi sulla realtà, nè disconoscere che la collaborazione amichevole è, tutto sommato, il partito più vantaggioso.

Noi ammettiamo che la politica ferroviaria jugoslava dapprima non abbia favorito il porto settentrionale per la preoccupazione che, agevolando per riflesso Fiume,

(1) Vedi N. 6 dicembre 1924, N. 5 del novembre 1925 e N. 1 del luglio 1926.

questa si sarebbe potuta ingrandire in misura maggiore di Susak o quanto Susuk e quindi, a parità di sviluppo, la calata jugoslava avrebbe potuto apparire relativamente rimpicciolita. Per ovviare al primo inconveniente, accortasi cioè che col danno di Fiume si causava anche quello di Susak come nell'apologo di Menenio Agrippa, la politica di concorrenza ha creduto ora di poter raggiungere lo scopo mercè l'inclusione di Susak porto e l'esclusione di Fiume. È questo, ci si passi il paragone, il tentativo di alimentazione artificiale, mediante iniezione diretta, nell'arto di una persona fisicamente sana e che gode di eccellente appetito. Tale è l'assurdo del problema ferroviario fiumano, e quest'altro errore dobbiamo augurarci che sia anche riparato nell'interesse comune dell'Italia e della Jugoslavia.

È comprensibile che la Jugoslavia cerchi di aiutare la sua calata oltre fiumana perchè è sua creatura, perchè è piccola d'ampiezza, modesta di traffici, povera d'impianto, ecclissata dalla grandezza, dalla tradizione, dalla potenzialità, dell'emporio di Fiume. Il sogno jugoslavo è di fortificare questa sua creatura e svilupparla ed arricchirla alla pari e più di Fiume. Ma il sogno è sogno; la realtà è ben diversa. Nè la situazione geografica, nè le leggi inesorabili della lotta per l'esistenza consentono che il problema fiumano si risolva in danno di Fiume.

Almeno per ora e forse ancora per cinquant'anni, commercialmente parlando, non c'è posto per un altro grande porto nell'Alto Adriatico, e meno che mai accanto a quello di Fiume. Già troppi porti allungano le gettate sull'amarissimo, mentre i traffici si rarefanno perchè le ferite della grande guerra, mal cicatrizzate, sanguinano ancora.

La soluzione del problema si trova nella conclusione di accordi amichevoli per una equa ripartizione di traffico e per una fiduciosa collaborazione e sopratutto nel rispetto agli accordi stessi una volta conclusi. Vogliono i nostri vicini che la loro porzione di porto fiumano si ingrandisca? Non è un segreto, e neppure una novità. A Roma già oltre 2000 anni fa correva per la bocca del popolo:

« *Concordia parvae res crescunt...* ».

Un periodico tecnico nella Repubblica dell'Equatore.

Salutiamo con l'augurio di prospera vita il periodico tecnico venuto alla luce l'ottobre scorso nella Repubblica dell'Equatore. Esso sorge come organo del Sodalizio di tecnici e costruttori — nato colà un anno prima, nell'ottobre 1925 — come si rileva dal titolo: *Boletin de la Sociedad de tecnicos y constructores.*

Rivista tecnica ed associazione riteniamo rappresentino le prime iniziative del genere in quel lontano paese, accessibile dal Pacifico e avvicinatosi grandemente all'Europa con l'apertura del Canale di Panama, che fu, come è noto, un avvenimento di straordinaria importanza economica, ma passò quasi inosservato tra i primi fragori della guerra mondiale.

Il successo del periodico è assicurato da un Comitato di redazione di quattro ingegneri, fra i quali vediamo con piacere il nome di PEDRO PINTO GUZMAN, che avemmo occasione di conoscere ed apprezzare in Italia, in occasione del Congresso ferroviario internazionale tenutosi a Roma nel 1922, e che sin da allora fa parte del Collegio degli ingegneri ferroviari italiani come socio corrispondente.

Al collega l'augurio che la sua nuova fatica serva ad accelerare lo sviluppo di un paese che è ricco di risorse e potrà essere un gran campo di lavoro per fervidi costruttori.

Sulle caldaie ad altissima pressione

1. — La necessità di conseguire la massima economia possibile nell'impianto e nell'esercizio delle caldaie a vapore ha posto all'ordine del giorno non pochi problemi, fra i quali uno dei più complessi e seducenti è quello delle alte pressioni (1).

Con un elevato vuoto al condensatore si può raggiungere, mediante turbine a vapore, il rendimento globale del 30 % nella trasformazione dell'energia calorifica del combustibile in energia elettrica; e cioè si può raggiungere un valore equivalente ai migliori risultati ottenuti con i motori a combustione interna.

Mentre in alcune centrali si hanno caldaie che producono vapore a 35,40 ed anche 60 atmosfere, surriscaldato a 370°-400° C., già si accenna ad impianti capaci di realizzare le 100 atmosfere. Queste altissime pressioni sono sopratutto adatte ad impianti integrativi di scarsa energia elettrica invernale: oltre al risparmio di combustibile, si realizza il vantaggio di notevoli economie nelle spese di impianto. Si riduce, p. es., a circa metà il numero delle caldaie occorrenti per una grossa turbina, rispetto ai generatori di 20 atmosfere.

Se sono evidenti i vantaggi di adoperare generatori di vapore a pressioni molto elevate, non ne è però facile la costruzione, poichè essa richiede bensì materiali di prima qualità, che possono essere certo garantiti dai metodi moderni di fabbricazione e lavorazione del metallo; ma richiede anzitutto una revisione organica di quelle regole di calcolo delle caldaie che finora sono state seguite nella pratica come norme sicure.

L'ingegnere, di fronte a nuovi problemi costruttivi, deve fare un esame di coscienza per stabilire il limite di applicabilità delle sue regole correnti; e se trova che questo limite è oltrepassato, deve saper far tesoro delle sue risorse teoriche per ricavarne quell'orientamento che l'esperienza, in problemi nuovi, non gli può ancora dare.

---

(1) Sull'uso del vapore ad alte pressioni si viene formando una letteratura molto ricca. Degli articoli apparsi negli ultimi tempi citiamo alcuni fra i più importanti:

D. S. JACOBUS, *Present Practice in Steam Generation in the United States*. Relazione presentata alla I[a] Conferenza mondiale dell'Energia (Londra, 1924).

L. HERRY, *Sur l'emploi des hautes pressions et des hautes temperatures de vapeur dans les centrales électriques*. Negli Atti del Congresso di Roma (1926) dell'Unione Internazionale Produttori e Distributori di energia elettrica.

E. A. KRAFT, *Die neuzeitliche Dampfturbine*, Berlino, 1926, V. D. I. Verlag.

L'Energia elettrica, novembre 1926, pagg. 917-970; Ing. ARMANDO LEVI-CASES, *Intorno alle applicazioni del vapore ad alta pressione*.

Engineering, 19 novembre 1926, pagg. 636-638: *High-Steam pressures; Engineering*, 19 novembre 1926, pagg. 643-646: H. L. GUY, *The economic value of increased steam pressure; Engineering*, 26 novembre 1926, pagg. 649-650: *Recents experiments on the properties of steam at high pressures*.

Quest'esame di coscienza ha compiuto l'ing. Castelfranchi in una sua recente monografia, prendendo in considerazione le pressioni superiori a 25 atmosfere, che chiama *altissime*. I risultati del lavoro sono di interesse diretto per i tecnici che si occupano della costruzione dei nuovi colossi generatori di vapore e per i molti altri che si interessano al progresso dei mezzi per la produzione termica dell'energia. Ma il lavoro del Castelfranchi ha anche un notevole interesse quale fonte di indirizzo culturale e professionale per tutti gli ingegneri, in quanto conferma come la tecnica, per il suo accelerato progredire, debba sempre più trovare un efficace sussidio negli elevati studi teorici e come calcolo ed esperienza si intreccino e si aiutino reciprocamente per l'esame delle questioni più complesse

2. — La determinazione degli sforzi che il mantello di una caldaia, munita di tubi bollitori, sopporta per altissime pressioni è un problema complicato. Anzitutto, trattandosi di pressioni che richiedono notevoli grossezze, può non essere più applicabile il concetto semplice che le tensioni nel metallo siano uniformemente distribuite nello spessore di esso; inoltre cade in difetto la teoria semplice, generalmente adottata in sede di prima approssimazione, perchè prescinde dall'azione sui fondi. Se poi vi sono tubi bollitori, passi d'uomo, o in generale fori, occorre tener conto del fatto che questi determinano punti dove le tensioni si concentrano e si influenzano a vicenda nella distribuzione degli sforzi interni secondo una legge complicatissima, che — se pur si riesce ad afferrare lontanamente — non si riesce certamente a valutare col semplice buon senso.

Alla questione fondamentale, che è la determinazione della grossezza del mantello, l'autore, dopo pochi richiami della teoria dell'elasticità e del calcolo vettoriale, dedica un lungo capitolo, in cui riassume il calcolo, svolto dal Bach, del tubo ad alte pressioni, senza introdurvi alcuna semplificazione. Ammette anche lui l'esistenza di una pressione esterna, ma la ritiene eguale all'atmosferica.

I risultati di questa trattazione matematica, che tiene conto dell'azione dei fondi, possono essere riassunti in una forma molto semplice.

a) fino al rapporto $\frac{P}{K}$ eguale a 0,16 (P essendo la pressione in atmosfere e K la sollecitazione massima ammissibile per il materiale in kg. al cm.^{2}) la regola d'Amburgo fornisce valori superiori a quelli ricavabili dalla teoria esatta.

b) dal rapporto $\frac{P}{K} = 0{,}16$ in su, per valori crescenti, la teoria esatta dà valori sempre maggiori; e poichè K per l'acciaio è circa 8 kg., per mm.^{2}, si vede che essa sarebbe da applicarsi a partire dalle 120 atmosfere.

Ma questo valore subisce una riduzione per l'indebolimento prodotto dai fori.

3. — Appunto dell'effetto dei fori è fatto un esame approfondito che occupa la maggior parte della monografia.

Si intuisce che il primo passo verso la risoluzione del problema analitico complesso, in cui si abbiano cioè parecchi fori od anche un foro solo, ma di forma ellittica, debba essere lo studio del problema più semplice in cui si abbia invece un foro solo circolare e si tratti di una lamiera di dimensioni infinite. La teoria esposta dal Castelfranchi risolve però praticamente anche il caso in cui la lunghezza sia finita; comunque, gli consente di determinare graficamente la perturbazione che un foro provoca in una lamiera sottoposta a tensione.

Applicando poi i metodi della Meccanica Razionale, egli traccia un'altra via per risolvere il problema: perviene così a determinare le deformazioni elastiche di una lamiera forata e della medesima lamiera sfornita di fori per ricavare la differenza proporzionale della deformazione da un caso all'altro; e di questa differenza proporzionale, che è un rapporto, trova una conferma sperimentale.

Successivamente vengono determinate le tensioni ai margini del foro nel caso delle due tensioni ad angolo retto; e, per il caso di fori ellittici e, anzi, di finestre di forma e disposizione qualsiansi, si fa cenno dell'applicabilità del metodo fotoelasticimetrico, dopo aver constatata *l'impotenza* della teoria.

Ma alla teoria ed a calcoli laboriosi si ricorre di nuovo per studiare il caso di una fila di fori disposti normalmente alla tensione e quindi l'effetto reciproco dei fori e il modo di variare della sollecitazione massima nel materiale a misura che i fori stessi si avvicinano.

Da queste indagini si ricava, anzitutto, quante volte maggiore un foro solo rende la sollecitazione: 2,50 volte è un numero che corrisponde a condizioni comuni e che citiamo per fissare le idee. In pratica interessa spesso collocare quanti più fori si può nella caldaia, avvicinandoli cioè al massimo possibile; e sorge quindi la questione di vedere come vari la sollecitazione massima con l'avvicinarsi dei fori. La conclusione pratica dell'esame è che non conviene scendere al disotto del valore 2,50 per il rapporto fra interasse e diametro dei fori, per evitare fortissimi incrementi nella tensione massima.

In tutto questo esame il problema della caldaia viene risolto studiando il comportamento delle lamiere piane, perchè la pressione interna che agisce radialmente si comporta in modo che lo sforzo risultante è *tangenziale*, cioè è contenuto nel piano tangente in ogni punto; il che significa che tutto accade come in una lamiera piana.

Nel riassumere le formole incontrate, l'autore trova finalmente con opportune semplificazioni, ammissibili nei casi pratici, una relazione molto semplice tra il valore massimo della tensione σ_{max} e quello medio apparente σ_m:

$$\sigma_{max} = \frac{3}{1 + \frac{a}{b}} \sigma_m,$$

in cui a è il raggio del foro e b è la larghezza di lastra considerata.

E si può tener conto dell'indebolimento prodotto da fori e tubi bollitori per determinare il coefficiente di riduzione da applicare al limite prima stabilito, di 120 atmosfere, a partire dal quale occorre applicare la teoria esatta.

4. — Nelle calcolazioni occorre tener conto del fatto che, con l'aumentare della pressione del vapore, aumenta anche la temperatura e diminuisce il limite elastico del metallo. Il carico di rottura in realtà non diminuisce se non dopo i 250 gradi; ma siccome i calcoli si fanno in base al limite elastico, rispetto al quale si vuole avere un coefficiente di sicurezza opportuno, così bisognerà servirsi dei diagrammi che permettono di seguire, per il metallo considerato, l'andamento del limite elastico in funzione della temperatura.

Per fissare le idee riportiamo alcuni valori per il carico di snervamento in

Kg.	a 20°	a 240°
Acciaio Martin fucinato	22	16,5
» » in lamiere	19	15
» » al 3 % nichelio fucinato . .	28	22

Bisogna pure tener conto dell'effetto inevitabile portato dalla differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno della caldaia, poichè tale effetto, sebbene generalmente trascurato, può essere assai notevole nel caso di forti grossezze di lamiera.

L'autore mostra come si possano utilizzare mezzi sperimentali non solo per lo studio dei problemi più complessi, ma anche per la verifica dei risultati ricavabili in tutti i casi per via teorica. Egli espone poche osservazioni sulla teoria dei modelli e sulla possibilità di risolvere praticamente con essi, con una spesa assai lieve, il problema di investigare gli sforzi intimi in ogni punto del mantello della caldaia, che lavora in condizioni difficili. La concordanza dei risultati sperimentali con la teoria è perfetta.

Un altro punto di notevole interesse pratico è l'effetto della mandrinatura. Orbene si può ritenere che, quando quest'operazione è fatta a dovere, non è grande il supplemento di sollecitazione che ne deriva.

5. — Il nostro riassunto, necessariamente frammentario, non può far apprezzare nel suo insieme la monografia del Castelfranchi, la quale ha sopratutto lo scopo di orientare i tecnici nella costruzione dei generatori ad altissima pressione. Come si accennava in principio, si può dire che il suo scritto corrisponda all'intimo bisogno di un ingegnere colto, il quale, posto dinanzi a un nuovo problema costruttivo che supera la sua esperienza, cerca anzitutto, con qualche tentativo, di risolvere la sua questione per analogia giovandosi del semplice intuito; ma poi fa egli stesso la critica della via scelta perchè riesce a vedere alcune differenze essenziali fra questioni che a tutto prima potevano apparire *affini*. La critica gli è resa possibile dall'opportuna applicazione di principii noti di calcolo vettoriale (1), che richiama insieme con altri sull'elasticità dei corpi, i quali gli consentono poi tutti gli sviluppi analitici necessari al caso suo. E così dalla critica passa alla costruzione, guidando sempre i suoi calcoli con considerazioni generali capaci di semplificarli, da un lato, ma, dall'altro, anche di precisarne il significato concreto e il valore pratico.

Dei risultati degli sviluppi analitici l'autore cerca la conferma sperimentale e trova modo di soffermarsi utilmente sia su esperienze condotte personalmente, sia su i metodi e le cautele da adottarsi per avere risultati attendibili.

Egli non trascura alcuna delle indagini moderne speculative o sperimentali, che possa gettare un po' di luce sulle questioni che sorgono per il calcolo razionale delle caldaie ad altissima pressione. Così fa tesoro degli studi del prof. Coker, dell'University

(1) Si è indotti a pensare a tutta prima che la distribuzione delle linee di tensione coincida con quella delle linee di forza elettrica o con l'altra delle linee di flusso di un liquido in movimento. Ma basta ricorrere alle nozioni del *vorticale* e della *divergenza* di un vettore e applicarle ai due casi del campo elettrico e dell'elettrodinamica (vorticale e divergenza nulli) per vedere che i casi stessi sono sostanzialmente diversi da quello in esame ((vorticale e divergenza non nulli). Ricordiamo che: *a*) il *vorticale*, riferendosi ad un vettore dato di componenti F, G, H, funzioni delle coordinate, rappresenta un nuovo vettore avente le componenti:

$$\frac{dH}{dy} - \frac{dG}{dz}, \quad \frac{dF}{dz} - \frac{dH}{dx}, \quad \frac{dG}{dx} - \frac{dF}{dy}$$

b) la *divergenza*, per il vettore citato, è rappresentata da:

$$V_{xyz} = \frac{dF}{x} + \frac{dG}{dy} + \frac{dH}{dz}.$$

College di Londra, sulle applicazioni del metodo fotoelasticimetrico (1); riporta i risultati delle prove condotte sugli effetti della mandrinatura dal dott. Fischer e dall'ing. Schleip, del Laboratorio Esperienze e Ricerche della casa Krupp di Essen; richiama i lavori del dott. Leon, di Graz, per esaminare il problema dell'effetto delle diverse temperature all'interno ed all'esterno delle caldaie.

L'insegnamento massimo, che, nel suo insieme, ci dà il lavoro dell'ing. Castelfranchi, sta in ciò. Le caldaie ad altissima pressione tendono a divenire colossi che costano milioni e rappresentano il mezzo più economico per la produzione termica dell'energia elettrica. Per esse però non sono più applicabili le norme generalmente seguite per le caldaie ordinarie, nè le modeste calcolazioni dell'ingegneria spicciola: le alte temperature in giuoco, le forti sollecitazioni, il maggior pericolo che tali caldaie presentano, ed anche la necessità — per l'elevato costo — di ridurre al massimo possibile il loro peso senza intaccare troppo la sicurezza rendono doverosa una calcolazione intelligente ed accurata.

N. G.

(1) Di questo metodo si hanno già eleganti applicazioni in altre indagini quali: la stabilità del ponte delle torpediniere; il modo di resistere delle ossa umane ai vari lavori, la resistenza del materiale perifericamente alle gallerie ferroviarie. Per queste se di sezione ellittica è risultata applicabile la formola molto semplice

$$P = p_0 \left(1 + \frac{2a}{b}\right)$$

in cui:

p_0 = pressione nelle zone lontane da quella turbata dallo scavo della galleria.
a = semiasse dell'ellisse normale alla direzione di p_0,
b = l'altro semiasse,
P = il massimo sforzo che ha luogo agli estremi dell'asse designato con a.

Conferenza internazionale delle grandi reti ad alta tensione.

Nella Conferenza internazionale delle grandi reti ad alta tensione che avrà luogo a Parigi nel prossimo giugno saranno particolarmente studiati i seguenti argomenti:

1° Istituzione di una statistica internazionale di modello uniforme, relativa ai risultati della produzione e della distribuzione dell'energia; conclusioni; studio delle statistiche relative agli infortuni avvenuti nelle officine e lungo le linee.

2° Utilizzazione razionale dei combustibili; riscaldamento con carbone polverizzato.

3° Prescrizioni per la fornitura e le prove dei cavi ad alta tensione; paragone fra i cavi trifasi ordinari e i cavi detti metallizzati.

4° Prove ad urto e di alta frequenza sugli isolatori; prove combinate (meccaniche ed elettriche); prove di temperatura; redazione di un regolamento internazionale per la fornitura degli isolatori.

5° Studio degli olî per trasformatori e interruttori; prove di isolanti diversi dagli olî.

6° Marcia in parallelo di un gruppo di reti, con fornitura di energia da parte di uno di essi a parecchi altri insieme; interconnessione delle reti a frequenze diverse.

7° Istituzione di un regolamento internazionale relativo ad una marca di qualità.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste cui detti riassunti si riferiscono fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

L'uso di carri frigoriferi in America (*The Railway Gazette*, 19 novembre 1926, pag. 615).

È noto l'enorme sviluppo che hanno assunto negli ultimi tempi nell'America settentrionale i trasporti di derrate fresche in carri refrigeranti, il cui numero ha raggiunto oggi la cifra di 135.000 circa.

Una delle più grandi compagnie proprietarie è la « Fruit Growers' Express » che ha non meno di 22.000 carri e propri impianti di costruzione e riparazione. I suoi veicoli circolano dal Pacifico all'Atlantico e dal Canadà al Messico.

Descriviamo un tipo di carro frigorifero recentemente costruito nelle officine di questa Ditta in Chicago, e di cui riportiamo una fotografia. Le dimensioni esterne della cassa sono

di m. 12,45 di lunghezza per 2,80 di larghezza. Le pareti hanno una grossezza di m. 0,15 e portano uno strato di materiale coibente. Gli isolanti adottati nella costruzione del carro sono di tre tipi. Uno, denominato « Insulite », è costituito da polpa d'abete; ed è un sottoprodotto delle fabbriche di carta. Il secondo, chiamato « Celotex », viene ottenuto dalle canne da zucchero di scarto, dopo che ne è stato ricavato il succo. Il terzo materiale usato è feltro da cappelli, prodotto in grandi fogli di dimensioni corrispondenti all'altezza del carro e alla distanza tra porta e porta.

L'isolamento è ottenuto nel modo seguente:

Sulle pareti del carro uno strato di mm. 12,7 di *insulite* o *celotex* e due strati, ciascuno di mm. 19,5, di feltro: in tutto una grossezza di circa 50 mm. di materiale coibente.

Il feltro viene fissato mediante sottili striscie di legno, mentre il materiale sottostante è inchiodato direttamente sulle pareti dei veicoli. Sul tetto vi è uno strato di insulite o di celotex inchiodato internamente sulle centine, poi uno di feltro dello spessore di circa 50 mm. e infine uno eguale al primo sopra tutto.

Il pavimento è isolato mediante una tavola di materiale coibente grossa 12,7 mm., e con pezzi di sughero puro, delle dimensioni di m. 0,30 × 0,90, e dello spessore di 38 mm. Sul sughero viene versato uno strato di circa 6 mm. di catrame e il tutto è coperto con un pavimento fatto di tavole di legname della grossezza di 38 mm. Il tetto è all'esterno simile a quello adottato generalmente nei carri merci americani.

Nell'interno del carro vengono trasportate circa 2 tonn. di ghiaccio in recipienti di ferro stagnato, posti in speciali camere che si trovano alle estremità del veicolo. Allo scopo di proteggere meglio le parti di pareti a contatto con i recipienti di ghiaccio, esse sono costruite della grossezza di 203 mm., anzichè di 152 mm. Le porte hanno i contorni tagliati non ad angolo retto e coperti con feltro, in modo da potere, in complesso, assicurare una chiusura a tenuta d'aria. All'interno questi veicoli sono dipinti con due mani di una speciale vernice per carri refrigeranti.

Ferro o cemento armato?

La *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins* (nei suoi numeri 27-28 del 10 luglio 1925; 49-50 dell'11 dicembre 1925 e 3-4 del 22 gennaio 1926) è stata recentemente teatro di una accesa controversia tra tecnici austriaci sui meriti e i difetti differenziali dei ponti in ferro e di quelli in cemento armato. La controversia cominciò con un articolo del prof. Hartmann, il quale sosteneva che per ponti di grande portata, o che, per necessità di cose, dovessero avere una altezza di costruzione assai ridotta, si poteva adoperare solo il ferro o, in caso di sollecitazioni elevate e in condizioni particolarmente sfavorevoli, l'acciaio.

In favore del ferro e dell'acciaio l'A. citava le seguenti proprietà: «confortante» (riportiamo tra virgolette le parole testuali dell'articolo) semplicità di comportamento, omogeneità, esistenza di una sicura e semplice relazione tra sforzi e sollecitazioni, e quindi possibilità di calcoli rigorosi e adeguata utilizzazione del materiale; margine quasi «inesauribile» tra il limite di elasticità e il carico di rottura. Al contrario, l'A. dichiarava che non era ancora sufficientemente chiarito il modo di comportarsi del cemento armato; e che anzi la nozione di sicurezza dei ponti costituiti di tale materiale è solo teorica, per le note cause di indebolimento: contrazione del cemento, fessurazioni, ruggine delle armature.

L'articolo citato provocò due repliche. La prima del prof. Saliger: premesso che il pessimismo dell'Hartmann non era condiviso neppure dalle amministrazioni ferroviarie — le più prudenti in materia — egli contesta che la contrazione del cemento possa diminuirne sensibilmente la resistenza, e combatte due altre asserzioni dell'Hartmann stesso, che, cioè, il cemento armato possa, a parità di sicurezza, appena concorrere con gli altri materiali; e che il concetto di sicurezza del cemento armato sia solo teorico. L'altra replica, del dott. Emperger, discute innanzi tutto il comportamento comparativo dei ponti in ferro e in cemento armato; e asserisce che la conservazione indefinita delle costruzioni in ferro possa assicurarsi solo mettendole sotto «la campana di vetro» di una manutenzione minuziosa.

Quest'ultima affermazione ha suscitato una vivace controreplica dell'Hartmann, il quale afferma che la manutenzione dei ponti in ferro è meno complicata della manutenzione dei ponti in cemento armato; dovendo questi ultimi (secondo gli studi di Perkuhn, e contrariamente all'opi-

nione corrente) essere sottoposti a revisioni minuziose che risultano malagevoli e assai costose. a causa delle apparecchiature occorrenti, armature complicate, macchine pulitrici con getto di sabbia, ecc. Con l'occasione l'Hartmann dimostra, mediante esempi, che i ponti in ferro hanno il vantaggio, sugli altri ponti, di potersi adattare, mediante facili rinforzi, all'aumento del traffico. E conclude che sarebbe bene calmare l'intolleranza dei « fanatici del cemento armato », i quali calunniano troppo spesso il povero metallo, di cui, però, non esitano a infarcire il loro calcestruzzo, tanto che in qualche caso la quantità di ferro contenuto nel ponte in cemento armato sarebbe sufficiente a costruire la stessa opera con struttura interamente metallica.

La localizzazione dei difetti nelle linee aeree di trasporto dell'energia elettrica. (*La Technique Moderne*, 15 agosto 1926, pag. 501).

È nota la necessità di trovare metodi rapidi di misure, che valgano a localizzare i difetti nelle linee aeree di trasporto d'energia; poichè le linee, date le tensioni elevate attualmente impiegate, possono raggiungere lunghezze di varie centinaia di chilometri.

I difetti che si verificano più spesso possono essere così classificati: 1° rottura di un filo di fase e messa a terra delle due parti in cui esso vien diviso; 2° eguale caso, ma messa a terra di una sola delle due parti; 3° messa a terra di una fase, senza rottura del filo relativo; 4° due conduttori possono presentare simultaneamente uno dei difetti precedenti; 5° corto circuito fra due o tre fasi; 6° corto circuito e messa a terra simultanei; 7° difetto d'isolamento, che si risolve in una messa a terra solo quando la linea è sotto tensione; 8° rottura della linea, restando però isolate le due parti.

Poichè nella maggior parte di tali casi, entrando in giuoco resistenze di terra o di contatto variabili, non è possibile localizzare i guasti mediante semplici misure di resistenza o d'impedenza del circuito. Questi difetti agiscono sulla reattanza e la capacità, che, dopo come prima, restano proporzionali alla lunghezza della linea; si sono quindi escogitati i seguenti tre metodi che permettono di localizzare i guasti con facilità e con la precisione dall'1 al 2 %; specialmente se si ha l'avvertenza di confrontare il valore della reattanza trovato con quelli, nel medesimo istante, delle fasi integre.

I metodi, che in definitiva servono a determinare un corto circuito, sono i seguenti:

1° Misurare la tensione E, l'intensità I e la potenza in fase Wa; la reattanza $L\omega$ soddisfacendo alla relazione

$$(EI)^2 = W_a^2 + (L\omega I)^2 I^2, \quad \text{si ottiene} \quad L\omega = \frac{\sqrt{E^2 J^2 - W_a^2}}{J^2}$$

2° Misurare la potenza reattiva Wr e l'intensità I. Si ha $L\omega I^2 = Wr$; da cui $L\omega = \frac{Wr}{I^2}$.

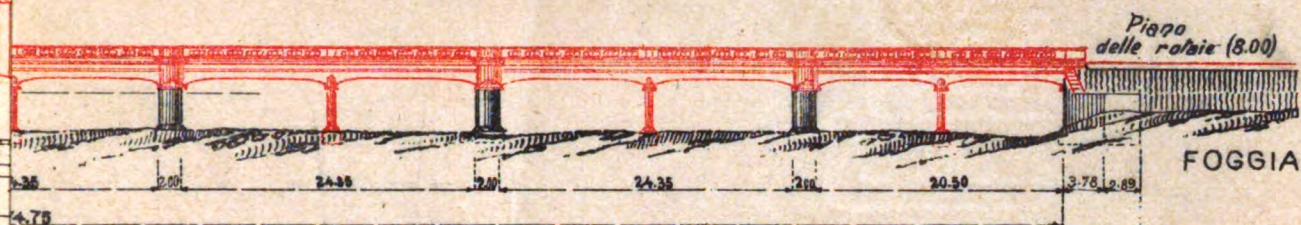
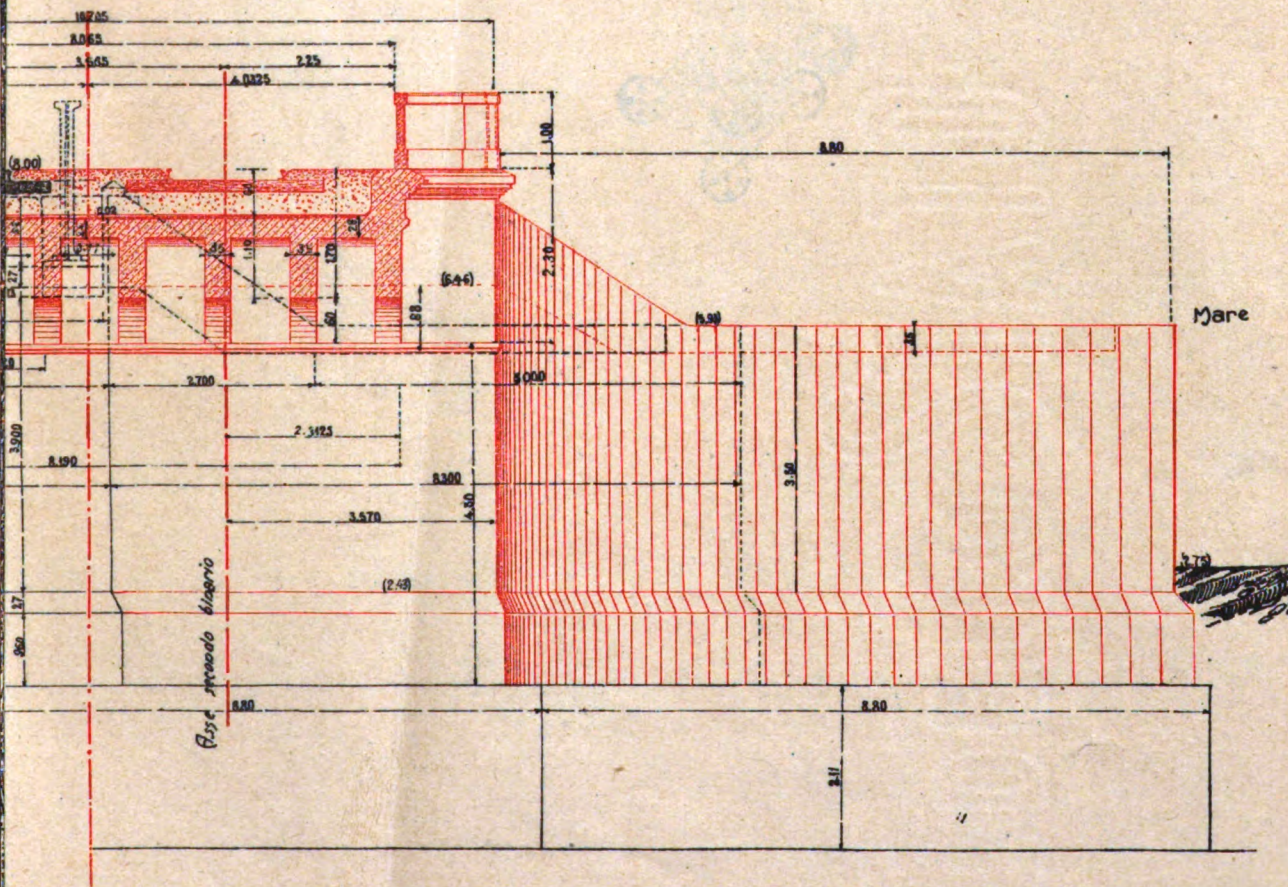
3° Misurare direttamente la reattanza mediante gli appositi apparecchi.

In qualunque dei tre metodi, la lunghezza si ottiene in definitiva dividendo l'$L\omega$ trovato per il valore unitario $\lambda\omega$, supposto conosciuto. È bene verificare il valore di $\lambda\omega$, potendo esso variare del 3 % a seconda della stagione.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

(8689) Roma - Grafia, S. A. I. Industrie Grafiche, via Ennio Quirino Visconti, 13 a

...NTE SUL CHIENTI

...o a monte

...eme per cui la scala è di **1: 400.**

Tip. Lit. - Ferrovie dello Stato, 7-1926

SISTEMAZIONE PONTE SUL CHIENTI

PARTICOLARI DEL PALO

SEZIONE LONGITUDINALE
SCALA 1:20

SEZIONI TRASVERSALI

PUNTA DEL PALO
SEZIONE LONGITUDINALE

VISTA DI SOPRA

VISTA DI SOTTO

SEZIONE VERTICALE A-B

Tip. Lit. - Ferrovie dello Stato, 7-1926

SISTEMAZIONE PONTE SUL CHIENTI

DISTRIBUZIONE DEI FERRI

DISTINTA FERRO PER N° 7 PILE

Pos	∅	lungh ml.	N° una pila	N° 7 pile	lungh ml.		Peso Kg	OSSERVAZIONI
1	16	5.90	2	14	82.60			ferri al fondo
1	16	5.80	2	14	81.20			" " "
2	16	5.50	52	364	2002.00			ferri princip. vertic.
3	16	2.80	16	112	313.60			" " "
4	16	5.00	42	294	1470 –			" " "
5	16	4.60	42	294	1352.40			" " "
6	16	2.30	82	574	1314.60			" " "
7	16	3.50	24	168	588.00	7210.00	11300 –	" " "
8	8	5.10	14	98	499.80			ferri di distribuzione orizz.
9	8	6.20	34	238	1499.40			" " "
10	8	6.40 ÷ 6.60	2	14	92.40			" " "
11	8	6.80	10	70	476.00	2567.60	1030 –	" " "
					Peso totale Kg 12330			

DISTINTA FERRO SOLETTA CORNICE

Pos.	∅	lungh	N°	lungh totale	Peso Kg	Osservazioni
1	10	4.26	800	3400.00		Armatura princ.
2	10	4.80	790	3792.00		" "
3	10	4.25	800	3400.00		" "
4	10	1.60	1500	2400.00		Armatura cornice
5	10	5.80	216	1252.80		Ferri distribuzione
6	10	6.90	540	3726.00		" "
7	10	270	12	32.40		" "
7ª	10	2.60	12	31.20		" "
7ᵇ	10	1.85	12	21.60		" "

Tip. Lit. - Ferrovie dello Stato, 7-1926

G
H
Tip.-Lit Ferrovie dello Stato -

LOCOMOTORI ELETTRICI TRIFASI Gr. E-472 A FREQUENZA INDUSTRIALE

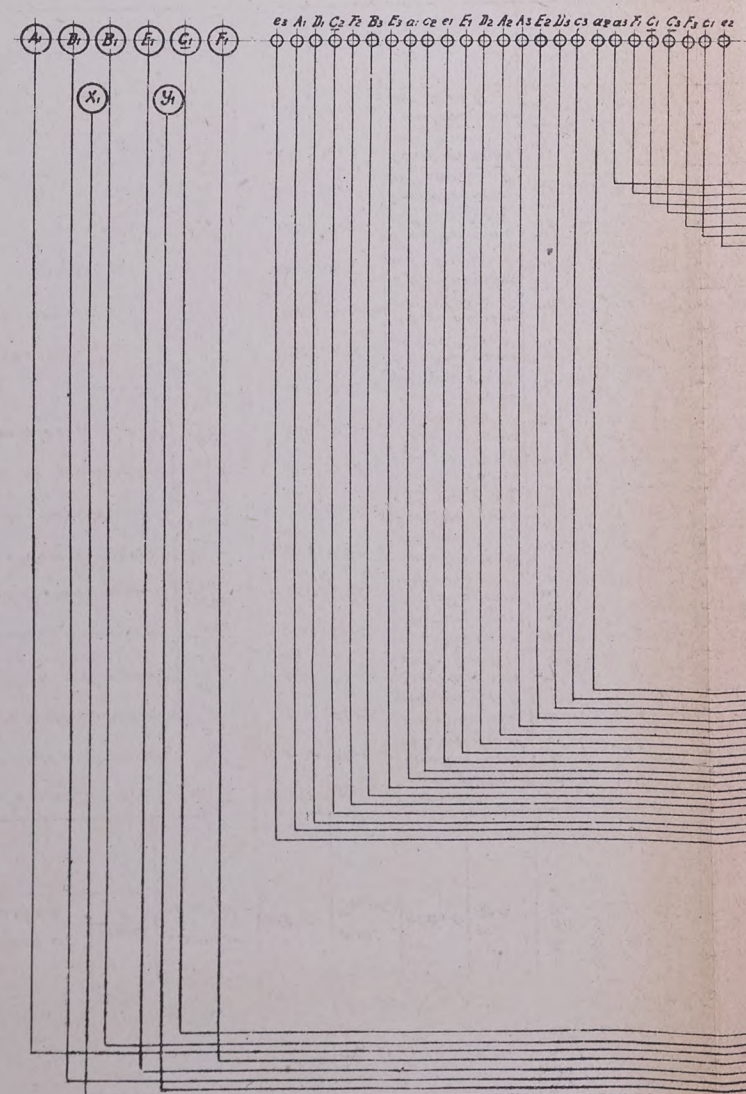
N. B. — Per il riferimento delle Sezioni vedi pianta d'insieme nella Tav. V.

LOCOMOTORI ELETTRICI TRIFASI Gr. E-472 A FREQUENZA INDUSTRIALE

Schema dei Circuiti alta tensione per le velocità di 37,5; 50; 75 Km./ora

Il disegno si riferisce alla velocità di 75 Km./ora

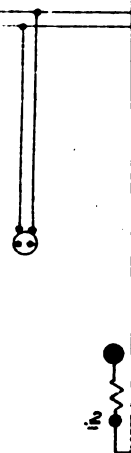
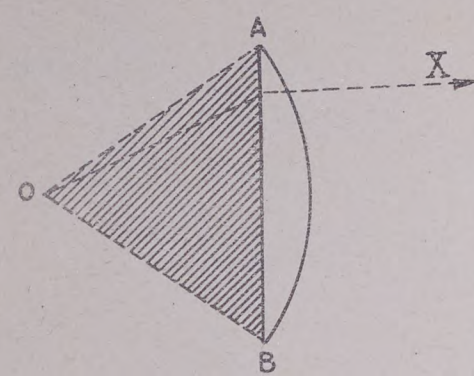
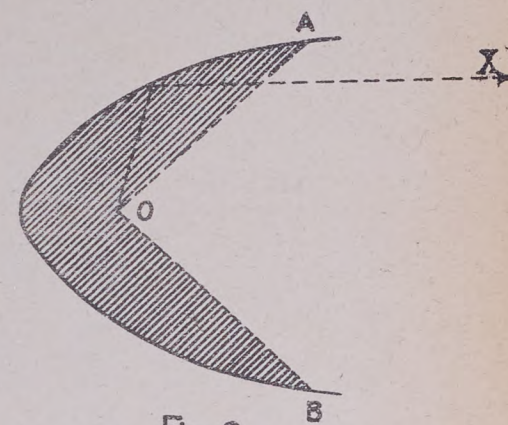
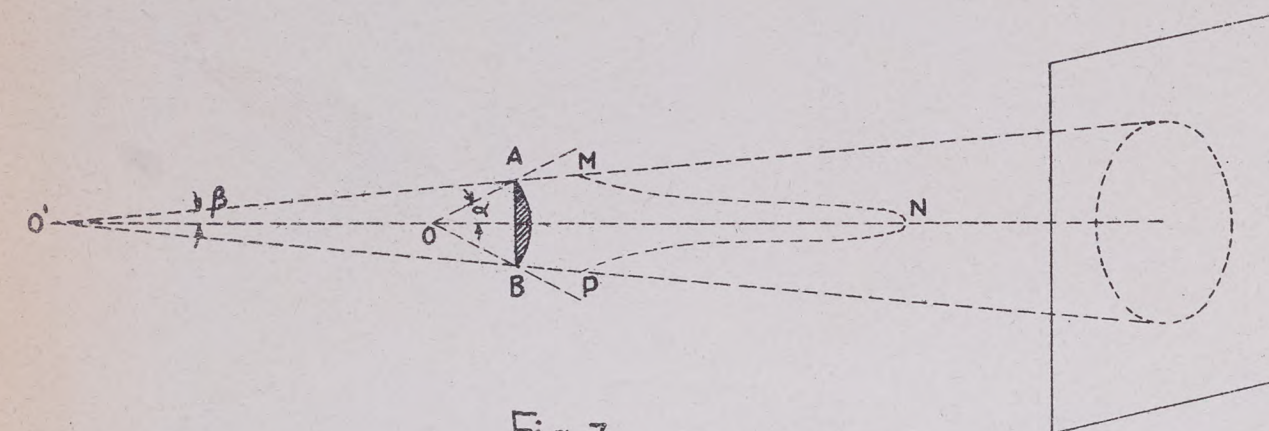
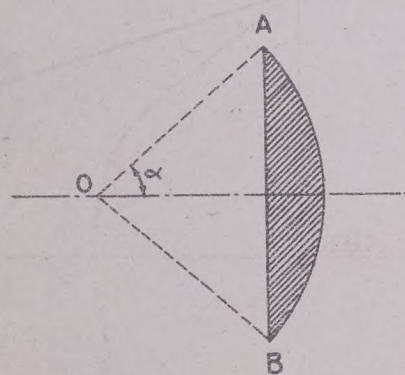
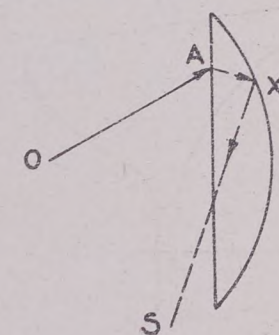
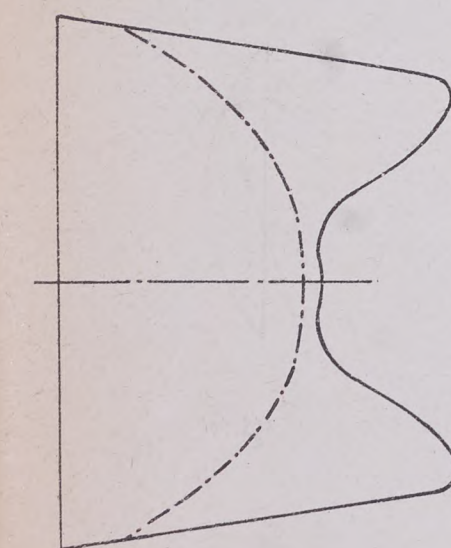
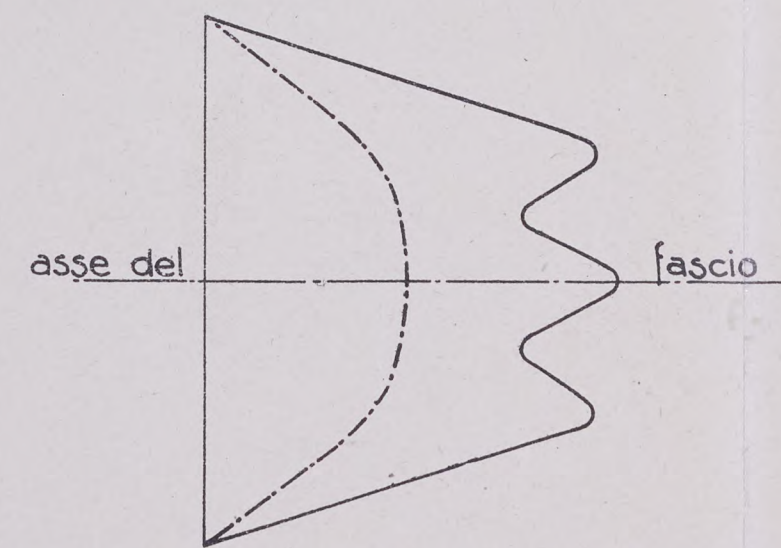
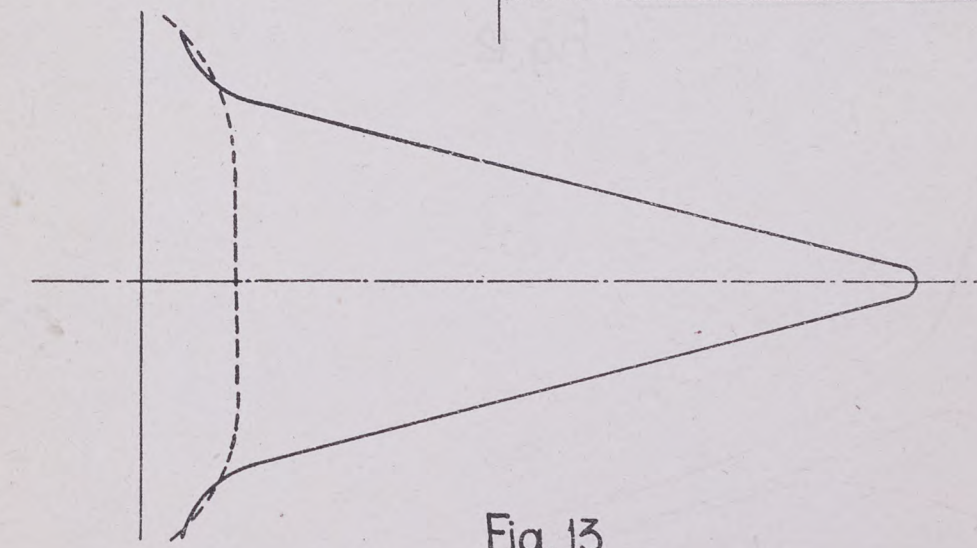
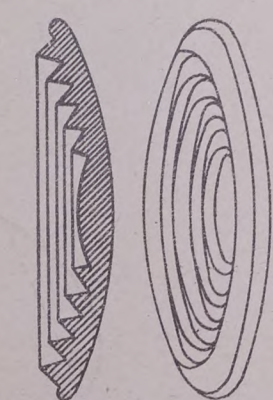
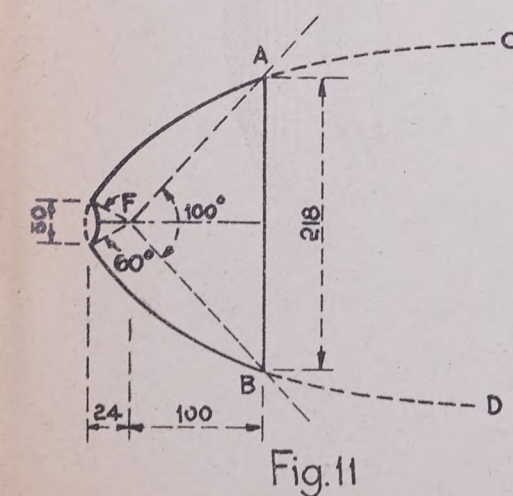
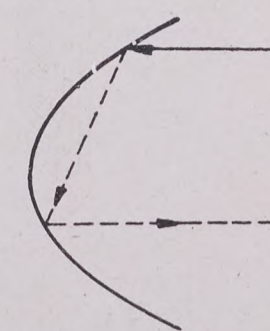
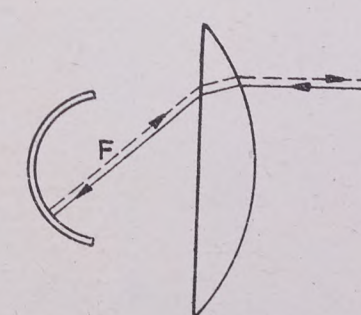
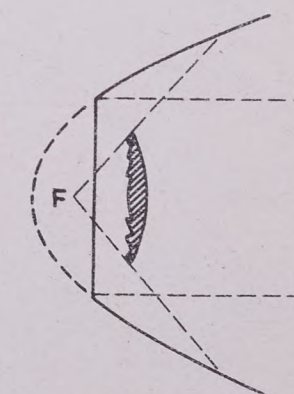
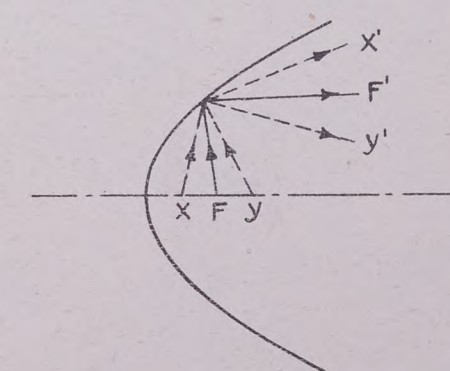
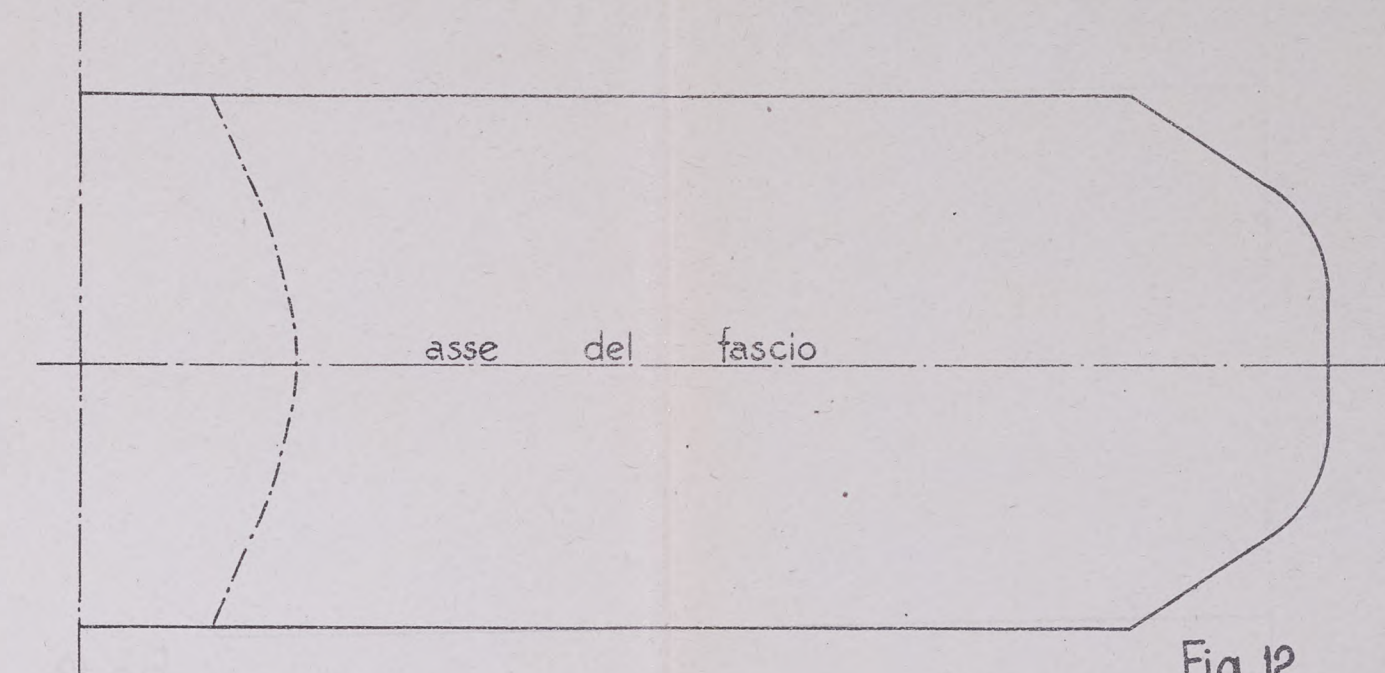
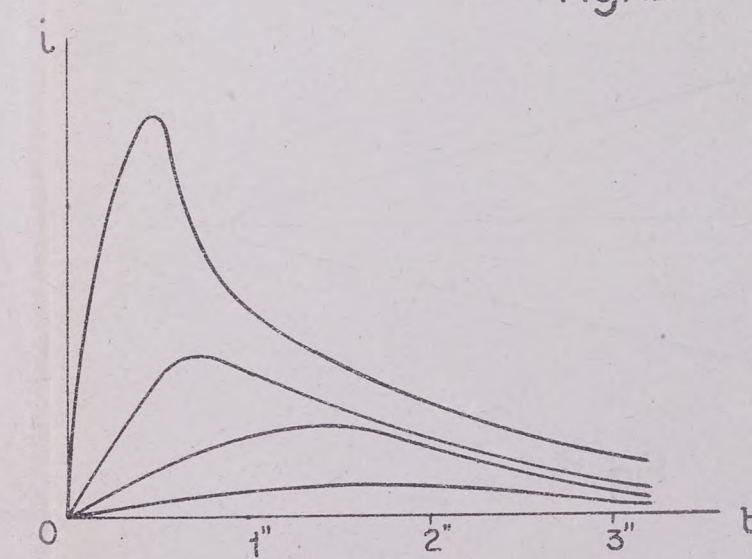
Materiale per un locomotore

①	69518	Connessioni tra le cassette ant. e l'interruttore principale	10000/140	2 cavi in rame elett.	m/m² 120	φ est. m/m 30,7	mt. 1×4,8 mt. 1×3,7	mt. 8,500	Tubo gomma 35×43 l=mt. 4,500 Tubo ottone 48×52 l=mt. 4,500	Kg
②	»	Connessioni tra le cassette posteriori e l'interruttore principale	10000/140	2 cavi in rame elett.	m/m² 120	φ est. m/m 30,7	mt. 1×11 mt. 1×9	mt. 20	Tubo gomma 35×43 l=mt. 17,500 Tubo ottone 48×52 l=mt. 17,500	»
③	»	Connessioni tra l'interruttore principale e il comm.re ⅄ Δ	10000/140	2 cavi in rame elett.	m/m² 120	φ est. m/m 30,7	mt. 2×5	mt. 10	Tubo gomma 35×43 l=mt. 4,800 Tubo ottone 48×52 l=mt. 4,800	»
④	»	Connessioni tra interruttore princ. e quello dei servizi	10000/3	2 cavi in rame elett.	m/m² 5	φ est. m/m 24,5	mt. 2×2,3	mt. 4,6		»
⑤	»	Connessioni tra interruttore dei servizi e i trasform. ausiliari	10000/3	2 cavi in rame elett.	m/m² 5	φ est. m/m 24,5	mt. 6×4	mt. 24	Tubo gomma 30×38 Tubo ottone 44×48	»
⑥	»	Connessioni tra II trasf. princ.le e comm.re relativo	1600/400	m/m² 175	35×5×1	12 piattine rame elettrolit.	mt. 5,5 cad.	mt. 70	»	
⑦	»	Connessioni tra comm.re II trasf. princ. e interr. motori	1600/800	» 600	50×6×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 2 cad.	mt. 12	»	
⑧	»	Connessioni tra interr. motori e invertitore marcia	1600/800	» 600	50×6×2	2 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 3 cad.	mt. 12	»	
⑨	»	Connessioni tra interr. motori e trasf. corr.te regol. watt.	1600/800	» 600	50×6×2	1 piattina rame elett. 2 in ∥	mt. 3 cad.	mt. 6	»	
⑩	»	Connessioni tra invertitore e paratia cassa alta tens.ne	1600/800	» 600	50×6×2	2 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 5 cad.	mt. 20	»	
⑪	»	Conness. tra trasf. corr. regol. watt. e paratia cassa A.T.	1600/800	» 600	50×6×2	1 piattina rame elett. 2 in ∥	mt. 4,5 cad.	mt. 9	»	
⑫	»	Conness. tra la ⑩ ⑪ e comm.re poli motore primario	1600/800	» 600	50×6×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 1,5	mt. 9	»	
⑬	»	Conness. tra comm.re poli primario e cascata parall.	1600/400	» 300	25×6×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 1	mt. 6	»	
⑭	»	Conness. tra comm.re cascata parallelo e comm. poli secon.	1600/540	» 300	25×6×2	6 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 1	mt. 12	»	
⑮	»	Conness. tra rotore I e cascata parallelo-mors.tti A.B.C.	930/540	» 300	25×6×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 2	mt. 12	»	
⑯	»	» » » » » DEF	930/540	» 300	25×6×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 3,3	mt. 20	»	
⑰	»	Conness. tra cascata parallelo e corto circuito morsetti con indice 0.	495/370	» 350	25×6×2	6 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 6	mt. 72	»	
⑱	»	Conness. tra rotore I e corto circuito-morsetto x.	495/1410	» 700	35×5×4	1 piattina rame elettrol. 4 in ∥	mt. 6	mt. 24	»	
⑲	»	» » » » morsetto y.	495/1410	» 700	35×5×4	1 piattina rame elett. 4 in ∥	mt. 8	mt. 32	»	
⑳	»	Conness. tra rotore II e corto circuito-morsetti ABC	1000/520	» 350	35×5×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 3,4	mt. 20	»	
㉑	»	» » » » » DEF	1000/520	» 350	35×5×2	3 piattine rame elett. cad. 2 in ∥	mt. 4,5	mt. 27	»	
㉒	»	» » » » » x	495/1410	» 700	35×5×4	1 piattina rame elett. 4 in ∥	mt. 3,7	mt. 15	»	
㉓	»	» » » » » y	495/1410	» 700	35×5×4	1 piattina rame elett. 4 in ∥	mt. 3	mt. 12	»	
㉔	»	Connessioni tra corto circuito primario e reostato primario morsetti xy 2 piattine, morsetti ABCDEF una piattina	m/m² 350/175	35×5×2 / 35×5×1	8 piattine rame elettrolit.	mt. 4,5	mt. 36	»		
㉕	»	Condultura tra corto circuito secondario e reostato II morsetti xy 2 piattine, morsetti ABCDEF una piattina	» 350/175	35×5×2 / 35×5×1	8 piattine rame elettrolit.	mt. 4,5	mt. 36	»		
㉖	»	Condultura tra la linea (dopo l'invertitore) e il primario del trasformatore di tensione del regolatore wattom.co	» 10		3 cavi in rame elettrolit.	mt. 1	mt. 3	»		
㉗	»	59-60	Condulture tra II trasf. tensione del regol. watt e il regol. W.	2 cavi in rame elett.	m/m² 15	φ 5/10		mt. 2×10	mt. 20	»
㉘	»	55	Condultura tra trasf. di corrente del regol. watt e il regol. W.	1 cavo in rame elett.	» 20	φ 6,8/11,1		mt. 1×10	mt. 10	»
㉙	»	32-34	Cond. tra trasf. di corrente del R. W e il comm.re del regol. W.	2 cavi in rame elett.	» 20	φ 6,8/11,1		mt. 2×1,50	mt. 3	»
㉚	»	31	Cond. tra commutatore del regol. wattom. e il regol. Watt.	1 cavo in rame elett.	» 20	φ 6,8/11,1		mt. 1×10	mt. 10	»
	»									
(55)	»	63	Messe in serie degli A. e dei W.	1 cavo rame	m/m² 3,7	2,5/7		mt. 1×13	mt. 13	»
(56)	»	56-57 58	Circuito woltmetrico dei wattmetri	3 cavi rame	» 1,37	1,5/6		mt. 3×13	mt. 39	»
(57)	»	»	Condultura tra la precedente e il trasf. di tensione	3 cavi rame	» 1,37	1,5/6		mt. 3×3	mt. 9	»
(58)	»	52-53	Condultura tra trasf. di corrente Amper.- e Wattm.	2 cavi rame	» 3,7	2,5/7		mt. 2×13	mt. 26	»

Leggenda

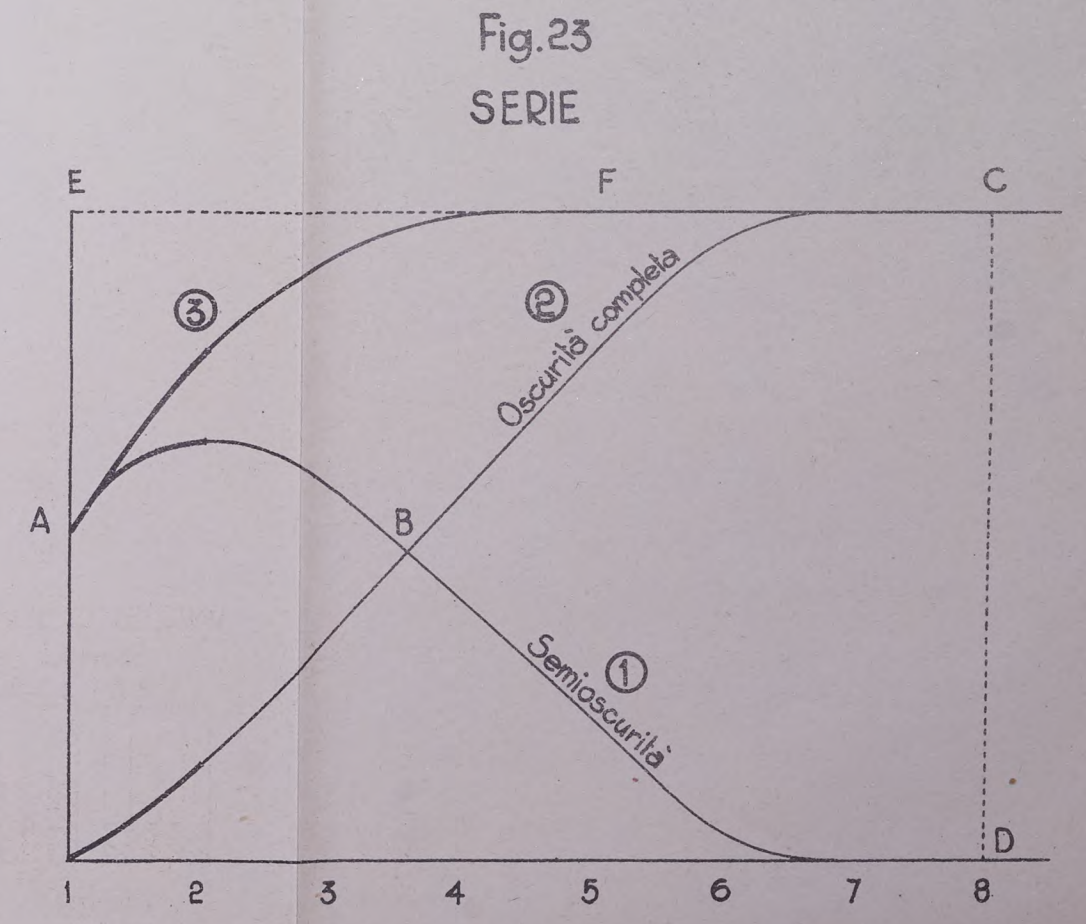
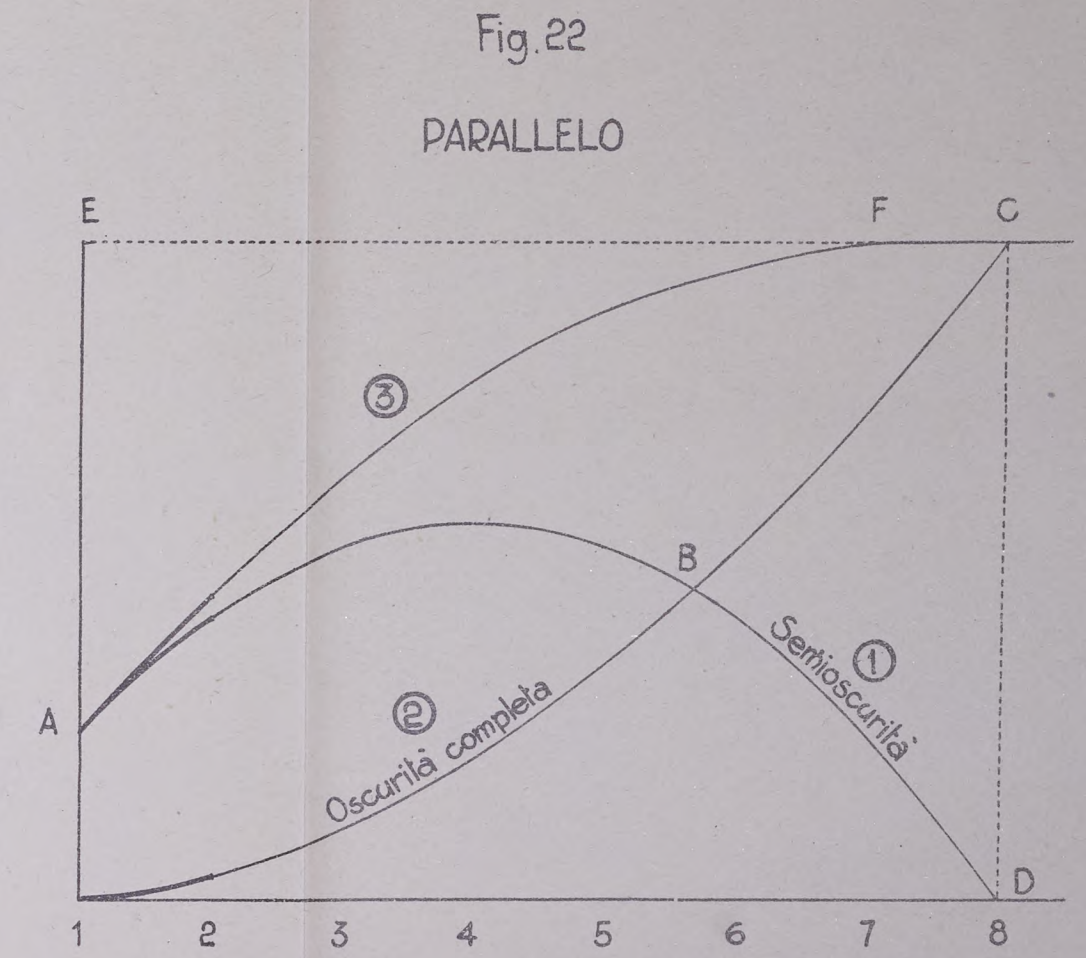
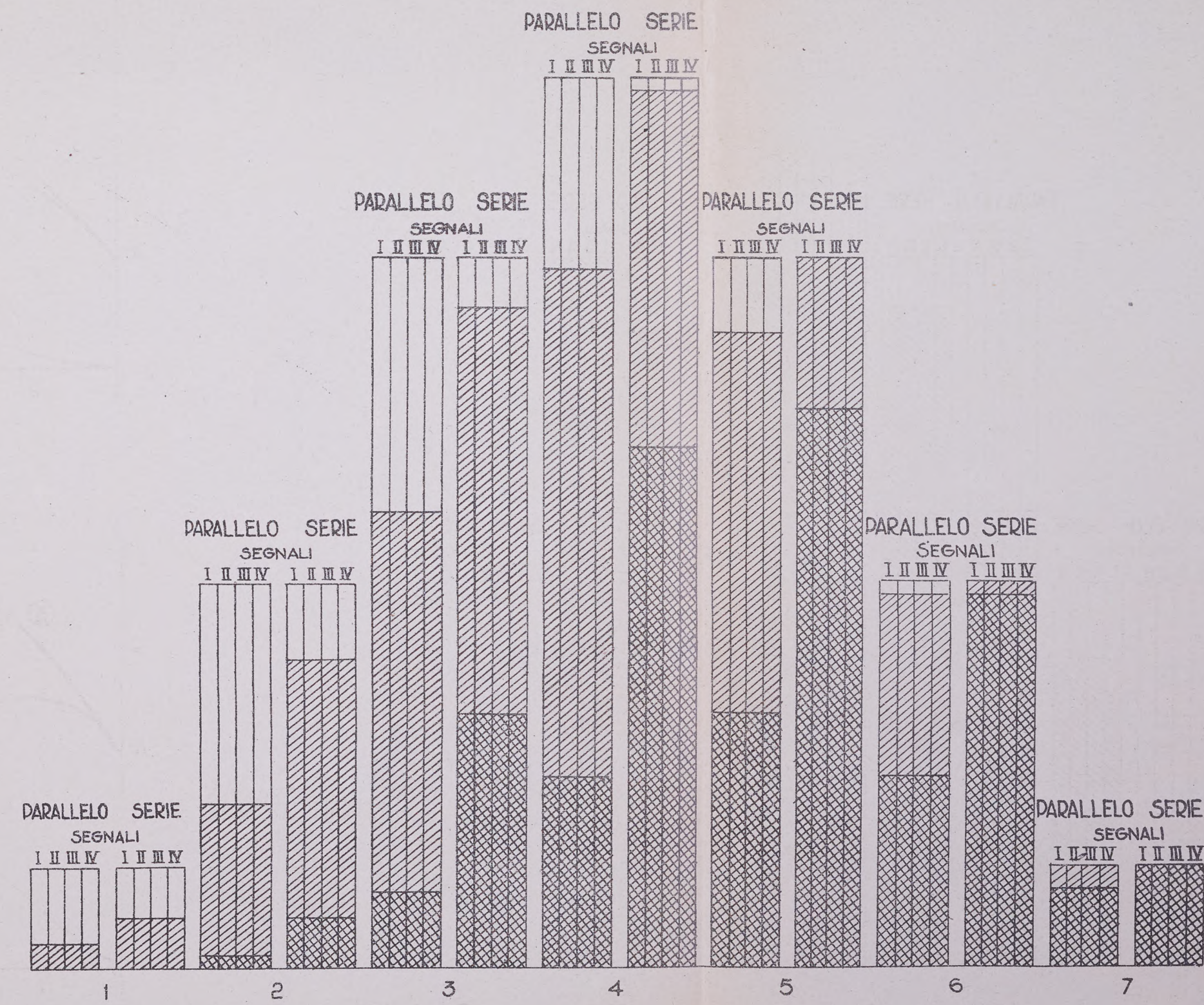
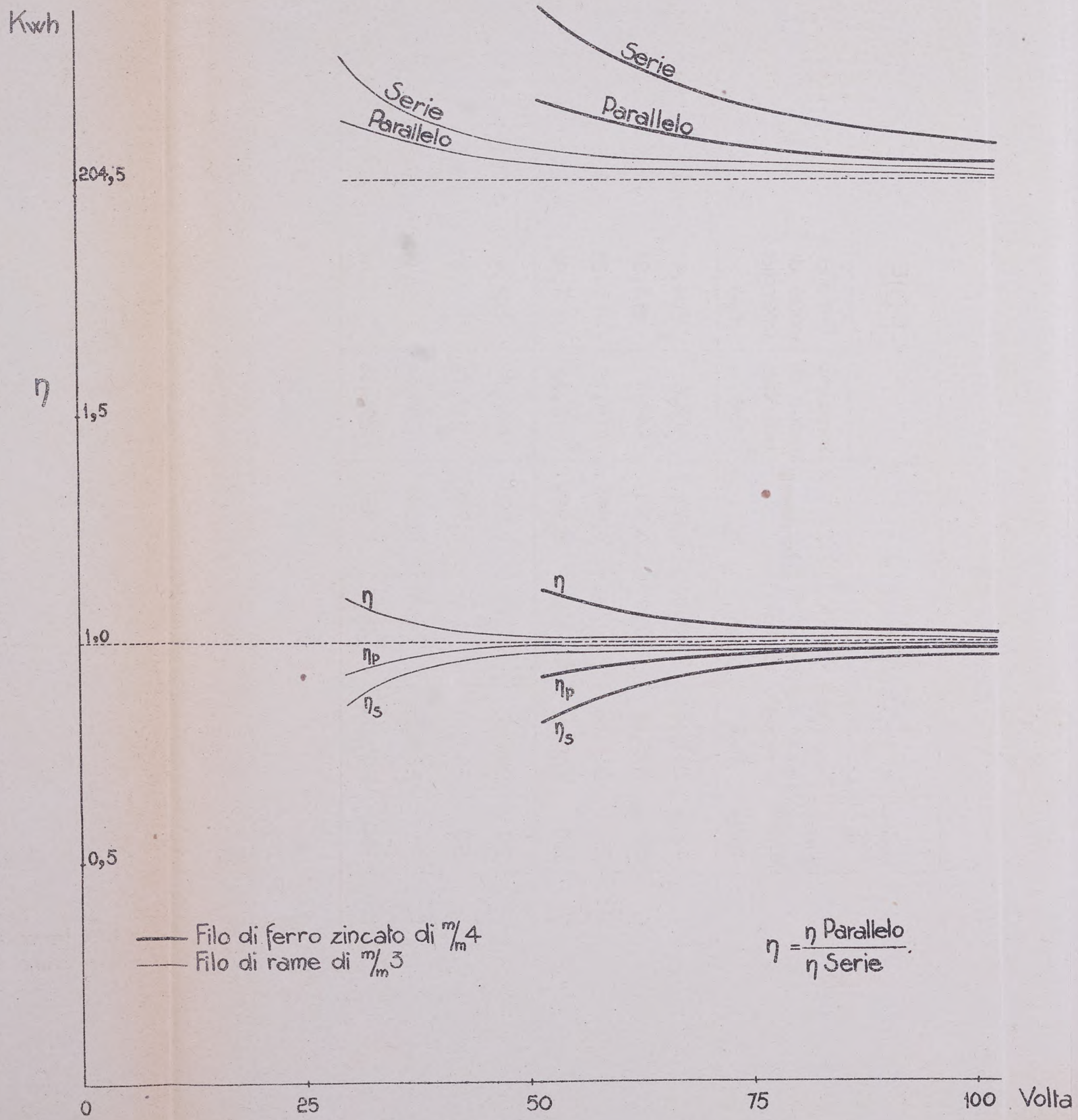
1	Linea di contatto
2	Presa di corrente ad archetto
6	Interruttore automatico del trasformatore principale
7	Trasformatore principale per i motori - volts 10000 ÷ 1840 -
8	Commutatore per avvolgimento secondario del trasf. principale
9	Interruttore dei motori
10	Invertitore di marcia
11	Motore primario
12	Motore secondario
13	Commutatore poli avvolgimento statore motore primario
14	Commutatore poli avvolgimento statore motore secondario
15	Commutatore per la messa in cascata e in parallelo dei motori
16	Reostato a liquido
17	Resistenze addizionali d'inserzione
18	Interruttore automatico per i trasformatori dei servizi ausil.
19	Trasformatori dei servizi ausiliari
20	Trasformatori di corrente per gli strumenti
21	Regolatore wattometrico
22	Cassette d'introduzione
23	Commutatore per avvolgimento primario del trasf. principale
24	Trasformatore di corrente per il regolatore wattometrico
25	Trasformatore di tensione
26	Amperometri
27	Wattmetri
28	
29	
30	

Tip.-Lit. Ferrovie dello Stato - Roma, 9-1926

ILLUMINAZIONE DEI SEGNALI FERROVIARI

Tipo-Lito Ferrovie dello Stato - Roma, 10-1926

ILLUMINAZIONE DEI SEGNALI FERROVIARI

Tensione di alimentazione Volta		PARALLELO Consumo annuo di energia Kwh	PARALLELO Perdita annua di energia Kwh	PARALLELO Rendimento η_p	SERIE Consumo annuo di energia Kwh	SERIE Perdita annua di energia Kwh	SERIE Rendimento η_s	$\eta = \frac{\eta_p}{\eta_s}$
FILO DI FERRO	42,5	247,06	42,66	0,828	408,8	204,4	0,50	1,65
	50	223,33	18,95	0,915	248,5	43,9	0,823	1,11
	75	211,68	7,28	0,965	219,75	15,35	0,929	1,03
	100	208,31	3,91	0,982	212,32	7,92	0,961	1,02
FILO DI RAME	20	246,66	42,26	0,828	408,8	204,4	0,50	1,65
	50	208,01	3,61	0,982	211,77	7,37	0,965	1,01
	75	205,95	1,55	0,992	206,54	2,14	0,984	1,008
	100	205,30	0,90	0,995	206,16	1,76	0,991	1,004

Fig.20

Kwh

204,5

Serie

Parallelo

η

1,5

1,0

η

η_p

η_s

0,5

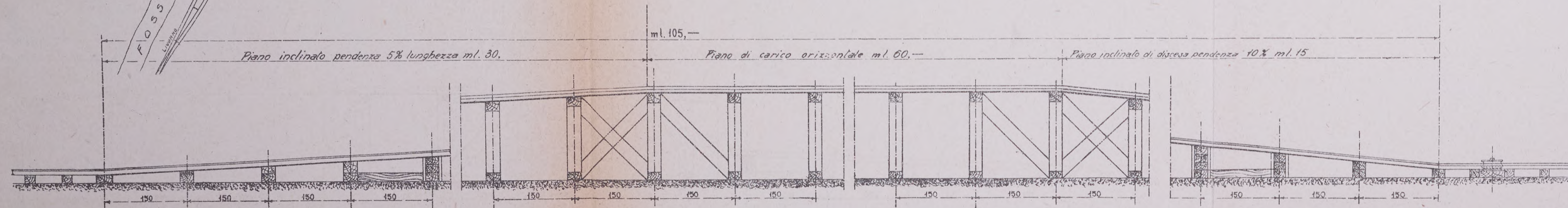
0 25 50 75 100 Volta

—— Filo di ferro zincato di m/m 4

—— Filo di rame di m/m 3

$\eta = \frac{\eta\ \text{Parallelo}}{\eta\ \text{Serie}}$

Tipo-Lito Ferrovie dello Stato - Roma, 10-1926

1712 - Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 12-1926

CANTIERE INIEZIONE LEGNAMI DI LIVORNO SCALO NAVICELLI

SALA MACCHINE

SEZIONE LONGITUDINALE ABCD
(Vedi pianta Tav. XII)

1712 - Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 12-1926

CANTIERE INIEZIONE LEGNAMI DI LIVORNO SCALO NAVICELLI

SALA MACCHINE

SEZIONE TRASVERSALE EFGH
(Vedi pianta Tav. XII)

1712 - Tipo-Lito Ferrovie Stato - Roma, 12-1926